



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN**

Tema:

PLAN INTEGRAL DE MANEJO, CONTROL Y APROVECHAMIENTO DE LOS
RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN LA COMPAÑÍA PRODUCTORA
AVÍCOLA CAJAMARCA SUÁREZ CAVICENTE CÍA. LTDA.

Proyecto de Trabajo de Graduación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo la obtención del título de: Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Sistemas de administración de la salud, seguridad ocupacional y medio ambiente.

AUTOR: Yancha Suntasi Martha Cecilia

PROFESOR REVISOR: Ing. M.Sc. Jordán Hidalgo Edison Patricio

Ambato – Ecuador

Abril 2017

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “PLAN INTEGRAL DE MANEJO, CONTROL Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN LA COMPAÑÍA PRODUCTORA AVÍCOLA CAJAMARCA SUÁREZ CAVICENTE CÍA. LTDA”, realizado por el señora Martha Cecilia Yancha Suntasi, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato

Ambato, abril 2017

EL TUTOR



Ing. M.Sc. Edison Patricio Jordán Hidalgo

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: “PLAN INTEGRAL DE MANEJO, CONTROL Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN LA COMPAÑÍA PRODUCTORA AVÍCOLA CAJAMARCA SUÁREZ CAVICENTE CÍA. LTDA”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, abril 2017



Martha Cecilia Yancha Suntasi

CC: 0503840191

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato, abril 2017



Martha Cecilia Yancha Suntasi

CC: 0503840191

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Fernando Urrutia e Ing. Christian Mariño, revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “PLAN INTEGRAL DE MANEJO, CONTROL Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN LA COMPAÑÍA PRODUCTORA AVÍCOLA CAJAMARCA SUÁREZ CAVICENTE CÍA. LTDA”, presentado por el señora Martha Cecilia Yancha Suntasi de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Pilar Urrutia Urrutia

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Fernando Urrutia Mg.

DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Christian Mariño Mg.

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA:

A Dios por el regalo de la vida, por llenarme de fortaleza para cumplir mis sueños, por su protección y compañía, y al angelito que tengo en el cielo, mi tío Vicente.

A mis abuelitos: Consolación y Luciano por su amor, consejos, valores y por acogerme desde pequeña en su seno.

A mi madre Luz Elvira, por ser mi ejemplo de lucha y perseverancia, por motivarme desde pequeña en mis estudios, pues de esta manera y con su apoyo incondicional he llegado a concluir mi etapa universitaria. Lo logramos mamita.

A mi esposo Carlos y a mi hija Violeta, pues son mi inspiración y la alegría que le hacía falta a mi vida.

Martha Yancha.

AGRADECIMIENTO:

A la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial por abrirme sus puertas y formarme profesionalmente a través de sus maestros, a quienes estimo y dirijo mi gratitud profunda, a la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda. por su colaboración en el desarrollo del presente proyecto de investigación, a mi tutor Ing. Edison Jordán, que por su orientación, esfuerzo, paciencia y amistad brindada, se terminó con éxito el trabajo propuesto.

Y a Dios por la bendición de cumplir mis sueños, a mi familia por el apoyo incondicional y mis amigos por los agradables momentos compartidos durante el trajinar universitario.

Martha Yancha.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
CAPITULO I	1
EL PROBLEMA	1
1.1. Tema.....	1
1.2. Planteamiento del Problema	1
1.3. Delimitación	3
1.4. Justificación	4
1.5. Objetivos:	5
CAPITULO II	6
MARCO TEORICO	6
2.1. Antecedentes Investigativos	6
2.2. Fundamentación Teórica	8
2.2.1. Gestión de Residuos	8
2.2.2. Principios generales para la gestión de los residuos.....	9
2.2.3. Plan de Gestión de Residuos	11
2.2.4. Residuos Sólidos	11
2.2.5. Residuos Agropecuarios	11
2.2.6. Gallinaza	12
2.2.7. Alternativas de uso para la gallinaza	12
2.2.8. Mortalidades.....	13
2.2.9. Alternativas de uso las mortalidades	13
2.2.10. Acuerdo N° 061 Reforma al Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Secundaria.....	14
2.2.11. Manejo interno de los desechos sólidos generados.	16
2.2.12. Recolección.	17
2.2.13. Segregación.	17
2.2.14. Almacenamiento.....	17

2.2.15. Tratamiento.....	18
2.2.16. Disposición final.....	20
2.2.17. Antecedentes de la Empresa.....	20
2.3. Propuesta de Solución.....	21
CAPITULO III.....	22
METODOLOGÍA.....	22
3.1. Modalidad Básica de la Investigación.....	22
3.1.1. Investigación Cualitativa.....	22
3.1.2. Investigación Cuantitativa.....	22
3.1.3. Investigación bibliográfica-documental.....	22
3.1.4. Investigación de campo.....	23
3.2. Población y muestra.....	23
3.3. Recolección de Información.....	23
3.4. Procesamiento y análisis.....	24
3.5. Desarrollo del Proyecto.....	24
CAPITULO IV.....	26
DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	26
4.1. Título.....	26
4.2. Datos informativos.....	26
4.3. Introducción sobre la empresa.....	27
4.3.1. Reseña Histórica.....	27
4.3.2. Producto.....	28
4.3.3. Misión.....	28
4.3.4. Visión.....	28
4.3.5. Estructura organizacional.....	28
4.3.6. Situación actual de la empresa.....	29
4.3.7. Descripción de espacios y áreas de la avícola.....	30
4.4. Diagnóstico de la producción avícola, identificación y medición de los residuos generados.....	33
4.4.1. Proceso de cría y engorde de pollos.....	33
4.4.2. Elaboración de alimento balanceado para pollos de engorde.....	43
4.4.3. Identificación de residuos sólidos en los procesos productivos.....	52

4.4.4. Identificación de residuos sólidos por áreas	53
4.4.5. Clasificación de los residuos.	54
4.4.6. Descripción del manejo y disposición actual de los residuos sólidos	54
4.4.7 Cuantificación de residuos sólidos orgánicos.	57
4.5. Criterio de los actores sobre la presencia y manejo de los residuos sólidos orgánicos en la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.	62
4.5.1. Entrevista.	62
4.5.2. Encuesta	65
4.5.3. Información generada por observación directa.	75
4.6. Análisis final de resultados.....	81
4.7. Formulación del plan de gestión integral de residuos sólidos orgánicos.	82
4.7. 1. Estudio de Alternativas.....	82
4.7. 2. Programas del plan de gestión integral de residuos sólidos orgánicos.	96
4.7.3. Viabilidad para la implementación de compostaje para el tratamiento de las aves muertas.....	120
4.7.4. Viabilidad para la implementación de biodigestores para el tratamiento de la pollinaza.....	151
4.7.5. Planos.....	183
CAPÍTULO V	186
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	186
5.1 Conclusiones.....	186
5.2 Recomendaciones.	187
BIBLIOGRAFÍA.....	188
ANEXOS	194

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Área y capacidad productiva de los galpones.....	30
Tabla 2. Espacios y áreas de los núcleos de la avícola.....	31
Tabla 3. Consumo de alimento y agua en cada núcleo.....	48
Tabla 4. Clasificación de los residuos sólidos	54
Tabla 5. Disposición actual de los residuos sólidos.	56
Tabla 6. Cantidad de pollinaza producida en cada núcleo.....	60
Tabla 7. Cantidad promedio diaria de aves muertas	61
Tabla 8. Tabulación pregunta 1.....	66
Tabla 9. Tabulación pregunta 2.....	67
Tabla 10. Tabulación pregunta 3.....	68
Tabla 11. Tabulación pregunta 4.....	69
Tabla 12. Tabulación pregunta 5.....	70
Tabla 13. Tabulación pregunta 6.....	71
Tabla 14. Tabulación pregunta 7.....	72
Tabla 15. Tabulación pregunta 8.....	73
Tabla 16. Tabulación pregunta 9.....	74
Tabla 17. Matriz legal ambiental.....	76
Tabla 18. Lista de chequeo sobre la manejo de residuos sólidos orgánicos.....	78
Tabla 19. Ventajas y desventajas del proceso de compostaje.....	88
Tabla 20. Consumo de energía eléctrica de la granja Potrerillos durante el año 2016. .	89
Tabla 21. Potencial energético de cada núcleo de producción.	90
Tabla 22. Ventajas y desventajas del aprovechamiento de la pollinaza a través de biodigestores.	91
Tabla 23. Factores para comparar alternativas de Tratamiento y aprovechamiento.	93
Tabla 24. Valoración de los criterios aplicados a la fase de tratamiento y aprovechamiento	94
Tabla 25: Datos importantes de la gestión integral de residuos sólidos orgánicos.....	96
Tabla 26: Programa de prevención y minimización de residuos sólidos orgánicos.	97
Tabla 27. Programa de separación en la fuente.....	100
Tabla 28. Cantidad de contenedores para almacenamiento de residuos orgánicos.....	102

Tabla 29. Costos materiales para separación en la fuente	103
Tabla 30. Programa de almacenamiento de los residuos sólidos orgánicos.	103
Tabla 31. Materiales de construcción.	106
Tabla 32. Mano de obra requerida para la construcción del área de almacenamiento.	107
Tabla 33. Costo Infraestructura para almacenamiento	107
Tabla 34. Programa de recolección y transporte de los residuos sólidos orgánicos. ...	108
Tabla 35. Costo vehículos para la recolección y transporte	111
Tabla 36. Programa de tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.....	111
Tabla 37. Número de cajones de compostaje por unidad	121
Tabla 38. Resumen de la cantidad de capas.....	126
Tabla 39. Cantidad de material por capa	126
Tabla 40. Plan de producción de la producción de compost.....	128
Tabla 41. Proyectos de compostaje que participan en el estudio	130
Tabla 42. Costo de inversión de muebles y enseres.	131
Tabla 43. Costo de inversión de equipo de cómputo.....	132
Tabla 44. Valor CIF (Costo y Flete).....	132
Tabla 45. Costo total de la importación.....	133
Tabla 46. Costo de inversión de máquinas y equipos.	133
Tabla 47. Costo de inversión de herramientas	134
Tabla 48. Presupuesto de inversión activo fijo	134
Tabla 49: Proyección inversiones de la propuesta de compostaje de aves muertas ...	135
Tabla 50. Capital de trabajo para la producción de compost.....	136
Tabla 51. Mano de obra directa para el proceso de compostaje.	137
Tabla 52. Mano de obra indirecta para el proceso de compostaje.	137
Tabla 53. Pliego tarifario de agua potable 2016.	139
Tabla 54. Resumen de la cantidad y costos anuales de la materia prima	140
Tabla 55. Equipo de protección personal.....	141
Tabla 56. Resumen de la cantidad y costos anuales de los materiales indirectos.....	141
Tabla 57. Costos de los suministros y servicios.....	141
Tabla 58. Resumen costos de operación del compostaje de aves muertas	142
Tabla 59. Depreciación de los activos fijos de la propuesta de compostaje.....	143

Tabla 60. Forma de financiamiento.....	143
Tabla 61: Tabla de Amortización del crédito de la propuesta de compostaje:	144
Tabla 62. Proyección de los ingresos por la venta de compost.....	145
Tabla 63. Estado de pérdidas y ganancias de la propuesta de compostaje	146
Tabla 64. Flujo de caja de la propuesta de producción de compost.....	147
Tabla 65. Flujo de fondos de la propuesta compostaje.....	148
Tabla 66. Indicadores financieros de la propuesta de compostaje	149
Tabla 67: Cálculo para el Periodo de Recuperación de la Inversión	150
Tabla 68. Pisos climáticos del Cantón Pujilí.	152
Tabla 69: Tipos de alimentación de un biodigestor	153
Tabla 70. Variación del tiempo de retención frente a la temperatura [45].....	156
Tabla 71. Volumen de la cámara de digestión.	157
Tabla 72. Volumen de la cúpula del biodigestor.....	158
Tabla 73. Datos del biodigestor	158
Tabla 74. Parámetros constructivos del biodigestor.....	160
Tabla 75. Componentes de la planta de biogás	162
Tabla 76. Plan de producción de la producción de energía eléctrica	163
Tabla 77. Plan de producción de la producción de abono orgánico.....	163
Tabla 78. Costos de inversión del biodigestor:	164
Tabla 79. Costo de inversión de la planta de luz.....	164
Tabla 80. Costos varios del biodigestor.....	165
Tabla 81. Resumen de la inversión en el sistema de biodigestión	165
Tabla 82. Inversiones para la propuesta de biodigestión	166
Tabla 83. Proyección de las inversiones de la propuesta de biodigestión de la pollinaza.	168
Tabla 84. Capital de trabajo de la propuesta de biodigestión de la pollinaza	169
Tabla 85. Proyección de los costos y gastos de operación de la propuesta de biodigestión.....	172
Tabla 86: Resumen costos y gastos de la propuesta de biodigestión de pollinaza	174
Tabla 87. Depreciación de los activos fijos de la propuesta de biodigestión	175
Tabla 88. Forma de financiamiento.....	176
Tabla 89. Tabla de Amortización del crédito de la propuesta de biodigestión.....	176

Tabla 90. Ingresos producción de energía eléctrica.	177
Tabla 91. Ingresos producción de biabono.	177
Tabla 92. Proyección de los ingresos	178
Tabla 93. Estado de pérdidas y ganancias de la propuesta de biodigestión	179
Tabla 94. Flujo de caja de la propuesta de producción de biogás.....	180
Tabla 95. Flujo de fondos de la propuesta de biodigestión	181
Tabla 96. Indicadores financieros	182
Tabla 97. Cálculo para el periodo de recuperación de la inversión	183

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Fachada Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.	27
Fig. 2. Estructura Organizacional	29
Fig. 3. Núcleo 1 en Potrerillos	31
Fig. 4. Núcleo 2 en la Cangagua.	32
Fig. 5. Núcleo 3 en Santa Rosa.....	32
Fig. 6. Proceso productivo de la cría y engorde de pollos.....	33
Fig. 7. Proceso de limpieza y desinfección	34
Fig. 8. Galpón limpio y desinfectado	35
Fig. 9. Alistamiento del galpón.....	36
Fig. 10. Alistamiento de la cama para la recepción de pollitos	37
Fig. 11. Recepción de pollitos bebé	38
Fig. 12. Recepción de los pollitos bebé en la cámara de crianza.....	39
Fig. 13. Alimento y manejo veterinario	40
Fig. 14. Aprovechamiento de alimento balanceado en silos.	41
Fig. 15. Elevación del balanceado al silo.	41
Fig. 16. Comercialización.....	42
Fig. 17. Instalaciones del área de producción de balanceado	43
Fig. 18. Instalaciones del área de producción de alimento balanceado	43

Fig. 19. Bodega de materia prima para la elaboración de balanceado.	44
Fig. 20. Compra de materia prima.	45
Fig. 21. Producción de alimento balanceado.....	46
Fig. 22. Mezcladora.....	47
Fig. 23. Ensacado del alimento balanceado.....	47
Fig. 24. Diagrama de recorrido 1. Núcleo 2 Potrerillos.	49
Fig. 25. Diagrama de recorrido 2. Núcleo 1 La Cangagua.....	50
Fig. 26. Diagrama de recorrido 3. Núcleo 3 Santa Rosa.	51
Fig. 27. Diagrama Entrada-Proceso-Salida de la cría y engorde de pollos.	52
Fig. 28. Diagrama Entrada-Salida de áreas de la empresa.	53
Fig. 29. Pollinaza a la intemperie dentro de las instalaciones de la avícola.	55
Fig. 30: Residuos sólidos dispersos en el suelo.....	55
Fig. 31. Divisiones externas del galpón	58
Fig. 32. Divisiones internas del galpón.....	59
Fig. 33. Gráfico estadístico del resultado pregunta 1.....	66
Fig. 34. Gráfico estadístico del resultado pregunta 2.....	67
Fig. 35. Gráfico estadístico del resultado pregunta 3.....	68
Fig. 36. Gráfico estadístico del resultado pregunta 4.....	69
Fig. 37. Gráfico estadístico del resultado pregunta 5.....	70
Fig. 38. Gráfico estadístico del resultado pregunta 6.....	71
Fig. 39. Gráfico estadístico del resultado pregunta 7.....	72
Fig. 40. Gráfico estadístico del resultado pregunta 8.....	73
Fig. 41. Gráfico estadístico del resultado pregunta 9.....	74
Fig. 42. Grafico estadístico de la evaluación de la lista de chequeo.....	79
Fig. 43. Matriz FODA (Continuación).....	81
Fig. 44. Esquema de decisión de alternativas de manejo integral de residuos solidos ...	83
Fig. 45. Proporciones de uso de formas de fertilizantes orgánicos.....	86
Fig. 46. Medidas a tomar para la minimización de la generación	98
Fig. 47. Modelo de contenedor de almacenamiento secundario.....	101
Fig. 48. Modelo de contenedor de almacenamiento primario	102
Fig. 49. Almacenamiento primario y secundario de las aves muertas.....	104
Fig. 50. Modelo de área de almacenamiento de residuos sólidos.....	105

Fig. 51. Diagrama de recorrido para la recolección de aves muertas.	110
Fig. 52. Proceso de sanitización de la pollinaza.	115
Fig. 53. Compostacion de aves muertas y pollinaza.	118
Fig. 54. Compostera vista lateral	120
Fig. 55. Compostera vista frontal.....	121
Fig. 56: Variante de diseño de una compostera [26]	123
Fig. 57. Diseño final de la compostera.....	123
Fig. 58. Esquema del proceso de compostaje	124
Fig. 59. Líneas de producción de la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.....	127
Fig. 60. Inversión necesaria para la construcción de la planta.	131
Fig. 61. Distribución política del Cantón Pujilí	151
Fig. 62. Esquema de la forma de un biodigestor tipo cúpula fija.	155
Fig. 63. Esquema del sistema de biogás de propuesto	161
Fig. 64. Diseño final biodigestor.....	162

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se centra en dar solución al incorrecto manejo de los residuos sólidos orgánicos generados a gran escala en la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda., problema que ha ocasionado inconvenientes medioambientales, sociales y económicos, lo que incluye la contaminación de recursos naturales, el malestar de la población aledaña y una producción no eficiente y tampoco sostenible. Es por ello que se plantea como principal objetivo el desarrollo de un plan integral de manejo, control y aprovechamiento.

La metodología empleada parte de una revisión del marco de referencia, que constituye la identificación de los procesos productivos presentes en la empresa para posteriormente efectuar un diagnóstico de la producción avícola, identificación, clasificación y medición de los residuos generados y efectuar una evaluación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, para continuar con la siguiente etapa que es el estudio de alternativas para cada fase del sistema de gestión integral y un vez seleccionadas las más adecuadas, formular programas que el plan debe contener y por último, un análisis económico financiero para garantizar la viabilidad de las propuestas de tratamiento.

Finalmente se obtiene como resultados que la pollinaza y las aves muertas son los materiales de desperdicio que se generan en gran medida y los que provocan problemas medio ambientales severos, por cuanto el plan de manejo se centra en su manejo, control y aprovechamiento.

Del estudio de alternativas para cada fase del sistema de gestión integral, resulta que solo para la fase de tratamiento se presentan opciones aplicables, para el caso de la pollinaza, se presentan dos elecciones: el compostaje y la biodigestión, resultando esta última la más favorable.

Se concluye que la biodigestión y el compostaje son las prácticas más recomendables para el tratamiento y aprovechamiento de la pollinaza y las aves muertas, cuya inversión estimada, respectivamente es de \$130.642 con un costo de operación de \$24.686 y \$ 22.798, con un costo de operación de \$10.953.

ABSTRACT

The present research project focuses on providing a solution to the incorrect management of large-scale organic solid waste in Cajamarca Suarez "Cavicente" Cia. Ltda. A problem that has caused environmental, social and economic inconveniences, including pollution of natural resources, the discomfort of the surrounding population and a production that is neither efficient nor sustainable. For this reason, the main goal is the development of a comprehensive management, control and exploitation plan.

The methodology used is based on a review of the frame of reference, which is the identification of the productive processes present in the company to later carry out a diagnosis of the poultry production, identification, classification and measurement of the waste generated and to carry out an evaluation of strengths, Opportunities, weaknesses and threats, to continue with the next stage, which is the study of alternatives for each phase of the integrated management system and once selected the most appropriate, formulate programs that the plan must contain and, finally, Ensure the viability of treatment proposals.

Finally, we obtain as results that pollinaza and dead birds are waste materials that are generated to a great extent and those that cause severe environmental problems, since the management plan focuses on their management, control and exploitation.

From the study of alternatives for each phase of the integrated management system, it appears that only for the treatment phase applicable options are presented, in the case of pollinaza, two elections are presented: Composting and biodigestion, the latter being the most favorable.

It is concluded that biodigestion and composting are the most recommended practices for the treatment and utilization of pollinaza and dead birds, whose estimated investment, respectively, is \$ 130.642, with an operating cost of \$ 24.686 and \$ 22,798, with a cost of Operation of \$ 10,953.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

Cama: Material orgánico compuesto por cascarilla de arroz, bagazo de caña, viruta de madera u otros, al cual se incorpora los desechos generados por las aves en los galpones.

Compost: Abono orgánico o fertilizante producido como resultado de la descomposición aeróbica o anaeróbica de una gran variedad de desechos de: humanos, animales, cultivos e industriales.

Compostaje: Tratamiento aeróbico que convierte los residuos orgánicos en humus, por medio de la acción de microorganismos, esencialmente bacterias y hongos. El proceso permite obtener un abono orgánico estable.

Desechos: Residuos que deben eliminarse del lugar de producción de acuerdo a lo estipulado en leyes vigentes, por resultar posibles contaminantes del alimento, de las aves y el entorno, (Ej.: envases de productos de uso veterinario, cama, mortalidad).

Desinfección: Destrucción de los microorganismos patógenos en todos los ambientes, por medios mecánicos, físicos o químicos, contrarios a su vida o desarrollo.

Desinfectante: Agentes químicos y físicos que matan los microorganismos, destruyen bacterias o patógenos causantes de enfermedades, pero no ciertos tipos de esporas y virus y se aplican sobre objetos inanimados.

Disposición final: Actividad mediante la cual los residuos se depositan o destruyen en forma definitiva.

Excreta: Término general para los materiales de desecho eliminados fuera del cuerpo como la orina, el sudor o las heces.

Fertilizante: Sustancia o mezcla química natural o sintética utilizada para enriquecer el suelo.

Fumigación: Procedimiento en el que se utiliza un agente químico, en estado parcial o totalmente gaseoso para matar, eliminar o disminuir la incidencia de microorganismos.

Galpones: Infraestructura independiente dentro de un plantel destinado a alojar aves de

una sola especie y de una sola edad, que permite el adecuado rendimiento de las mismas.

Granja, Plantel o Explotación Avícola: Espacio geográfico que consta de uno o varios galpones donde se encuentran las aves de corral bajo un manejo sanitario, administrativo y de registros con propósitos comunes.

Lote: Grupo de aves de corral de la misma edad y que comparten un mismo núcleo.

Limpieza: Remoción de toda materia orgánica, impurezas, residuos de alimentos, suciedad, grasa u otra materia identificable como contaminante, dentro del Galpón.

Lixiviación: Proceso de filtración del agua en el suelo. En zootécnica se usa el término para indicar el desplazamiento del agua superficial o subterránea desde los galpones con los desechos, excrementos u otros contaminantes hacia los ríos u otras fuentes hídricas.

Manejo: Prácticas que promueven la productividad, el bienestar general y la salud de las aves. Inclúyase el manejo de subproductos y residuos.

Núcleo: Unidad Epidemiológica constituida por uno o más galpones que alojan aves de corral de una sola edad, que tienen un manejo sanitario-productivo y medidas de bioseguridad comunes.

Pollos BB de engorde: Pollo recién nacido que proviene de la incubación de huevos de gallina, cuya raza es especializada para la producción de carne.

Pollinaza: excretas de aves en etapas de cría o desarrollo, solas o mezcladas con otros materiales.

Productor o Avicultor: Persona natural o jurídica que cuenta con planteles avícolas de incubación y/o granjas de reproducción, o se dedique a la producción de aves comerciales de primera generación tanto para postura como para producción de carne, cumpliendo con todos los procesos legales ,técnicos y de bioseguridad establecidos.

Sanitización de gallinaza: Proceso u operaciones físicas, químicas o biológicas, o la combinación de estas que garantizan la eliminación de agentes infectocontagiosos en este sub producto avícola.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial crece la preocupación por el aprovechamiento de los residuos, especialmente en las industrias, de dónde a través de procesos de transformación se obtienen subproductos que pueden ser útiles en nuevas actividades, pero ya sea por el desconocimiento de su utilidad o por la ausencia de métodos apropiados para el tratamiento, no son aprovechados eficientemente.

En el sector agroindustrial, los subproductos o residuos que se generan se han convertido en un serio problema debido a su incremento y surgimiento de leyes ambientales cada vez más Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda. con el fin de minimizar su acción contaminante y convertirse en una industria verde, con procesos de producción amigables con el medio ambiente.

El estudio inicia con la identificación de los procesos productivos de la empresa y los residuos que se generan en cada uno de ellos, así como su caracterización, a fin de determinar aquellos que requieren de un manejo inmediato, a partir de lo cual se efectúa un diagnóstico de la situación actual de estos elementos para cada fase del sistema de gestión integral (minimización de la generación, separación en la fuente, almacenamiento, recolección, transporte, acopio y/o transferencia, aprovechamiento, tratamiento y disposición final) con el objeto de conocer el trabajo que la empresa ha emprendido para contrarrestar el impacto negativo ocasionado y reconocer las medidas correctivas que se deben implementar.

A continuación se desarrolla un estudio de alternativas para el manejo, control y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, en el cual se plantean opciones para llegar a cumplir cada fase del sistema de gestión integral de residuos sólidos de forma adecuada, para posteriormente seleccionar aquella que es óptima para cada etapa, considerando factores técnicos ambientales, sociales y económicos a partir de un análisis de las ventajas y desventajas de cada propuesta.

Una vez seleccionadas las alternativas para cada fase y para los dos tipos de residuos, se formulan programas correspondientes al plan de manejo y posteriormente se lleva a cabo una evaluación financiera para las propuestas de tratamiento, con el afán de garantizar la

viabilidad a través del análisis de indicadores como: TIR, VAN, RBC y tiempo de recuperación del proyecto, para finalmente presentar planos.

Una vez finalizada la investigación se concluye que la implementación del plan integral de manejo de residuos sólidos orgánicos desarrollado, permitirá a la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda. reducir el impacto ambiental negativo que se genera por el tipo de explotación a la que se dedica, además lograría que su proceso productivo sea sostenible, al generarse de sí mismo nuevos ingresos económicos, al dar tratamiento a sus desechos mediante las prácticas de biodigestión y compostaje.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. Tema

“PLAN INTEGRAL DE MANEJO, CONTROL Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN LA COMPAÑÍA PRODUCTORA AVÍCOLA CAJAMARCA SUÁREZ CAVICENTE CÍA. LTDA.”

1.2. Planteamiento del Problema

A nivel mundial la producción de residuos sólidos es cada vez mayor, llegando a arrojarse millones de toneladas de esta materia diariamente, sin ningún tratamiento ni manejo previo a superficies terrestres y acuáticas, situación que obedece a un crecimiento demográfico e industrial que provoca polución y en consecuencia afectaciones medio ambientales irreversibles [1]. Siendo la avicultura uno de los sectores de sustento económico más importante de muchos países, presenta complejas dificultades que afectan a numerosas poblaciones, como es la administración de sus desechos en grandes cantidades, misma que se va generando día a día, y que en ausencia de un proceso previo de saneamiento ocasionan la contaminación principalmente del suelo y agua a través de la producción de lixiviados que dañan subsuelos y mantos acuíferos así también a través de la proliferación de agentes transmisores de enfermedades [2].

En este contexto, Ecuador no es ajeno a la problemática que ocasionan los residuos sólidos, en el caso particular de la industria avícola, presenta actualmente un crecimiento importante, según lo indica el presidente de la Corporación de Avicultores del Ecuador (CONAVE) [3], pasando de producir 50 millones de aves en 1990 a 233,5 millones en 2014, lo que representa un crecimiento en su producción del 400 % [4], situación que ha dado lugar a la presencia de materia de desperdicio en abundancia, factor que repercute de manera negativa a la conservación del medio ambiente debido a que este tipo de

explotación genera desechos como aves muertas, excretas, restos de mataderos e incubación, los cuales al no tener un adecuado tratamiento afectan al ecosistema, así mismo la salud de las personas y animales. Según datos del INEC, ocho de cada 10 empresas en el país no invierten en protección de la naturaleza y más del 80% no cuentan con un estudio de impacto ambiental [5], acciones que reflejan la inconciencia de las personas, provocando de forma consecuyente un desequilibrio entre el hombre y la naturaleza que pone en peligro el futuro de la humanidad.

En Cotopaxi se localizan alrededor de un 1,68% del total de granjas a nivel nacional destinadas a la producción avícola de acuerdo al último censo aviar publicado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) a través de la Coordinación General del Sistema de Información Nacional (CGSIN) en el año 2016 [6], cuyos desechos orgánicos originados en sus procesos están en función al tipo de actividad productiva que desarrollen, pudiendo ser gallinaza o pollinaza y aves muertas en el caso de planteles de reproductoras, ponedoras y de pollo de engorde; así también cáscaras, sangre, plumas, hueso y grasas en incubadoras y centros de faenamiento respectivamente. Dichos residuos tanto por su volumen y composición resultan de difícil manejo y disposición ocasionando malos olores, presencia de moscas, roedores, problemas sociales y afecciones a la salud de las personas que viven en el entorno.

La Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente Cía. Ltda. situada en el cantón Pujilí en la provincia de Cotopaxi, dedicada a la cría, engorde y venta de pollos, cuenta con una capacidad de 70.000 aves, volumen que ha ocasiona la generación de grandes cantidades de desechos, siendo la pollinaza y las aves muertas, los cuales al tener una inadecuada disposición y tratamiento, constituyen un factor perjudicial para el medio ambiente.

En el caso de la pollinaza, la inadecuada recolección y transporte ocasiona que este material quede disperso alrededor de los galpones y durante de trayecto de su traslado, provocando la proliferación de moscas y la generación de malos olores y al ser expuesta al aire libre sin un tratamiento previo para usos agrícolas a modo de fertilizante de suelos provoca la degradación del entorno, abriendo la posibilidad de que enfermedades o epidemias surjan así como una contaminación cruzada de aves muertas hacia las vivas.

La incorrecta disposición final de las aves muertas a través de su entierro origina la contaminación del suelo y mantos acuíferos por lixiviados. Ya sea por desconocimiento de la normativa ambiental o por inconciencia por parte de los directivos de la empresa, les ha llevado a ejecutar técnicas empíricas para el manejo de los desechos orgánicos, las cuales han hecho que los recursos sean consumidos sin lograr que estos desperdicios sean incorporados a la naturaleza fuera de causar impactos en el medio y alcanzar a la vez un beneficio económico, que como empresa persigue a fin de implantar un proceso productivo sostenible que les permita ser competitivos dentro del mercado regional y nacional.

El incorrecto manejo, control y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda. desencadena en el entorno inconvenientes medioambientales, sociales y económicos, lo que incluye la contaminación de recursos naturales, el malestar de las familias cercanas al lugar y que la producción no sea eficiente, por tanto el producto que se ofrece no sea de calidad ni tenga un precio competitivo en el mercado.

1.3. Delimitación

1.3.1. Delimitación de Contenidos

Campo: Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización

Área académica: Industrial y Manufactura

Línea de investigación: Industrial

Sublínea de investigación: Sistemas de administración de la salud, seguridad ocupacional y medio ambiente.

1.3.2. Delimitación Espacial

El presente proyecto de investigación se llevará a cabo en la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda. ubicada en el Cantón Pujilí de la Provincia de Cotopaxi.

1.3.3. Delimitación Temporal

El proyecto de investigación se lo desarrollará en el periodo académico Abril 2016 – Septiembre 2016 a partir de la aprobación del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

1.4. Justificación

La presente investigación es de gran importancia, pues su desarrollo permitirá a la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda. reducir la contaminación ambiental que genera por la naturaleza de su actividad productiva y convertirse en una industria verde, con procesos de producción amigables con el medio ambiente y ser un motivador para crear conciencia del respeto a la naturaleza que tanto nos ha dado.

Es de interés pues lo que se busca es obtener un aprovechamiento eficiente de los desechos sólidos orgánicos (pollinaza y aves muertas) mediante su reutilización y/o transformación, con lo cual se espera dotar a la empresa de mayor productividad y competitividad, al incorporar una nueva fuente de ingresos, con lo que el proceso productivo llega a ser sostenible y de esta forma se satisface una necesidad económica y de compromiso con el medio ambiente al mismo tiempo.

La factibilidad del presente proyecto de investigación se halla en relación directa con los conocimientos del investigador, la disponibilidad de fuentes de información sobre la gestión de residuos sólidos y la situación actual de la avícola, siendo estos los suficientes al tener la apertura total de la empresa, además de contar con trabajos muy bien elaborados que sirven como referente a lo que se desea obtener, además la existencia de normativas ambientales ya establecidas que se deben cumplir y sirven de guía , recursos tecnológicos, económicos y el tiempo necesario para culminarlo.

La investigación tendrá utilidad teórica pues recogerá información relevante sobre la gestión de residuos sólidos orgánicos aplicada al sector avícola, lo que servirá de guía a avicultores y de forma general al sector agropecuario en cuanto a maneras de tratamiento de desechos, dándoles la oportunidad de mejorar sus ingresos y su sostenimiento en el mercado. Mientras que su utilidad práctica se verá mostrada mediante el desarrollo e

implementación de una propuesta de solución al problema identificado en la institución en mención.

Los beneficiarios con la ejecución de esta investigación serán los dueños y las personas que laboran en la avícola así como la ciudadanía de sus alrededores y el medio ambiente, pues lo que se persigue consiste en el aprovechamiento al máximo de los recursos materiales y de esta manera obtener un reingreso económico así mismo la reducción o eliminación de olores fétidos, la presencia de moscas, insectos roedores, la contaminación del agua y suelo, evitando la aparición de enfermedades que afecten a personas y animales.

1.5. Objetivos:

1.5.1. Objetivo General

Desarrollar un plan integral de manejo, control y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

1.5.2. Objetivo Especifico

- Identificar los desechos sólidos generados en el proceso productivo de la avícola a fin de establecer alternativas para su aprovechamiento.
- Analizar las alternativas de aprovechamiento con el objeto de determinar la más viable económica y medio ambientalmente.
- Elaborar un modelo de plan integral de manejo, control y aprovechamiento de la pollinaza y aves muertas específicamente, para obtener un proceso productivo sostenible.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes Investigativos

El aprovechamiento de los residuos orgánicos avícolas especialmente de gallinaza o pollinaza y las aves muertas han sido documentados en considerables trabajos investigativos de los cuales podemos resaltar los siguientes:

La formulación de un plan de gestión integral de residuos sólidos en una granja de aves ponedoras resalta el potencial que tiene la gallinaza como principal desecho que se genera en el plantel, pues su correcta explotación genera beneficios económicos y ambientales, pasando de ser un problema a una oportunidad de desarrollo a través de la ejecución del programa de separación en la fuente y aprovechamiento para lograr reducir la contaminación ambiental asociada con el envío indiscriminado de una gran cantidad de residuos sólidos a los rellenos sanitarios [7].

Un proceso para el manejo de residuos sólidos en plantas procesadoras de aves se ha diseñado en la empresa Pollos Venezolanos con el objeto de reducir el volumen de agua utilizado y de esta forma el grado de contaminación, objetivo que se logró a través de una investigación de campo mediante la cual se evaluaron parámetros del proceso y características de los efluentes, llegando a determinar que la mejor opción es reemplazar el sistema tradicional (arrastre con agua) para el manejo de los desperdicios por el de vacío, con el cual se redujo el consumo de agua en un 40 %, y la carga contaminante del efluente en un 59 % [8].

El estudio denominado “Desarrollo de un modelo de aprovechamiento de la gallinaza para la generación de recursos secundarios proveniente de la granja avícola San Gregorio”, en el cual a través de un análisis comparativo de criterios como la inversión, el impacto ambiental y las posibles limitaciones que pueden presentarse, se determina que la mejor solución consiste en sacar ventaja de la gallinaza mediante un biodigestor y de esta manera obtener gas que permita encender las lámparas del establecimiento, generando de esta forma ahorros y nuevos ingresos a la empresa tanto por la generación de energía alternativa como por la producción de biosol, un abono resultante de este proceso [9].

El trabajo de investigación que lleva por título “Situación de la oferta nutritiva de gallinaza y pollinaza procesada de granjas avícolas adyacentes a la ciudad de Santa Cruz de la Sierra (Provincia Andrés Báñez del Departamento de Santa Cruz)” propone aprovechar los excretas de aves como una fuente de alimento para animales rumiantes por sus valores nutricionales en proteínas, minerales y fósforo [10]. Así también el estudio denominado “Efecto de la adición de pollinaza sobre las características nutricionales y fermentativas del ensilado de subproductos agroindustriales de yuca (*Manihotesculenta*)” que sugiere la mezcla de 90% subproducto de yuca con 10% de pollinaza con el objeto de obtener un complemento rico en carbohidratos que integren al forraje de animales en pastoreo [11].

Otro referente es el trabajo de grado sobre la “Obtención de bioabono (compostaje) a partir de las aves de desecho (mortalidad) en la granja avícola Jatumpamba”, a través del cual se evidencia cómo los residuos mortales son tratados a fin de generar fertilizantes aptos para los suelos agrícolas demostrando las bondades naturales así como económicas del mismo al conformarse de materiales de bajos costos haciéndolo un producto competitivo en el mercado beneficiándose el avicultor al generar nuevos ingresos y el agricultor al ahorrar su recurso monetario, con lo cual mantiene un compromiso de bienestar con el medio ambiente a la vez [12].

Por otro lado, la revista SNS presenta el artículo titulado “Mejores técnicas disponibles en la gestión ambiental de residuos de la producción intensiva de aves”, en el cual se describen las técnicas actualmente disponibles para el tratamiento de residuos de la producción aviar y se analizan aspectos como costo de implementación, inversión y

complejidad operativa, requerimientos de la legislación, entre otros, con la finalidad de seleccionar la mejor alternativa para un determinado contexto [13].

A nivel regional se puede resaltar el trabajo realizado en la Universidad Técnica de Ambato con el tema “Plan de manejo y reutilización de desechos sólidos de plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) en CEPOLFI INDUSTRIAL C.A.”, el cual constituye un caso práctico de aplicación de la normativa ambiental ecuatoriana, a través del cual se establece después de un análisis tanto en consumo de material reutilizado como en costo de producción, que elaborar figuras de forma artesanal es la mejor alternativa de aprovechamiento del desperdicio en mención [14],

Las investigaciones realizadas en artículos de revistas y trabajos de grado muestran modos de aprovechamiento y metodologías de tratamiento de los residuos orgánicos(excretas y aves muertas) aplicados en áreas muy bien diferenciadas como son: para la generación de energía, elaboración de abonos mediante el compostaje y la alimentación animal, todas estas están dirigidas a reducir el impacto ambiental que genera la producción avícola en grandes volúmenes, con lo cual se logra además de generar ahorros y nuevas fuentes de ingresos, el saneamiento de la naturaleza.

2.2. Fundamentación Teórica

2.2.1. Gestión de Residuos

La gestión de los residuos es el conjunto de medidas necesarias con garantías técnicas, de prevención, envasado, almacenamiento, transporte y tratamiento de los desechos producidos en los centros sanitarios y/o socio sanitarios.

Es necesario tener siempre presente el criterio de minimización de residuos como punto de partida de cualquier proceso encaminado a la gestión de los mismos.

El documento en el que se plasma esta gestión en el centro es el Procedimiento específico de gestión de residuos, como parte de la documentación del sistema de gestión ambiental del centro [15].

2.2.2. Principios generales para la gestión de los residuos

Las actividades de generación y gestión de los residuos deben estar orientadas por principios que permitan alcanzar los objetivos de integración del desarrollo socio – económico con la protección del medio ambiente.

A modo de resumen se indican a continuación estos principios y directrices para una correcta gestión de residuos [16]:

- **Prevención y minimización**

Se debe perseguir la protección del medio ambiente frente a la potencial acción contaminadora de las actividades humanas, en concreto en el caso de la producción de residuos, se perseguirá la reducción progresiva de los residuos tanto cuantitativa como cualitativa, es decir, tanto en cantidad y volumen como en contenido de sustancias peligrosas presentes en ellos. Estas consideraciones deben tenerse en cuenta desde el diseño hasta el consumo de los productos, pasando por la fabricación y transporte de los mismos.

- **Reutilización, reciclado y valorización energética**

Con la reutilización y reciclado se persigue también la minimización de los residuos, esto es, la prevención en la producción. Mediante la reutilización de los residuos bien directamente, es decir, para el mismo fin para el que se produjeron, o bien de forma indirecta, tras una transformación en proceso productivo, para el uso en el mismo fin u otros distintos al original, se puede conseguir la reducción de la producción de residuos. De esta forma se introducen los residuos en el mercado, produciendo beneficios económicos.

Cuando tales medidas no sean posibles, también se podrá obtener rendimiento de los residuos mediante su valorización energética, es decir, aprovechando la capacidad de los residuos para generar energía útil para otras actividades.

- **Eliminación final**

Esta medida sólo se contemplará cuando no sean viables económicamente las opciones de reutilización, reciclado y valorización energética de los residuos, y sólo será posible mediante vertedero controlado.

- **Principio de suficiencia**

Las actividades para la gestión de los residuos deben hacerse evitando traslados y con ellos el riesgo que estos residuos pueden generar en otros territorios tanto en la salud humana como en el mismo ambiente. Para ello, se debe facilitar la autogestión de las regiones dotándolas de la infraestructura adecuada. No es un principio taxativo, sino flexible, ya que también se deben optimizar los medios y recursos disponibles siguiendo el principio de cooperación entre regiones.

- **Principio de proximidad**

Este principio se relaciona con el principio de suficiencia, igualmente pretende evitar al máximo el traslado de los residuos y los riesgos que esto conlleva.

- **Principio de subsidiariedad**

Este principio enlaza con el de responsabilidad compartida por el que se pretende que los distintos agentes implicados en la generación y gestión de residuos, asuman su responsabilidad, no de forma aislada, sino mediante una acción coordinada.

- **Principio de “quien contamina paga” y responsabilidad del productor**

Este principio pretende contabilizar los costes ambientales que conlleva, en este caso concreto, la correcta gestión de los residuos generados. El productor debe asumir los costes derivados de la gestión de los residuos que genere.

- **Desinsentivación de la generación de residuos**

Con esta directriz se pretende desincentivar la generación de residuos mediante instrumentos económicos adecuados y siguiendo el principio de proporcionalidad, es decir, “quien contamina más paga más”.

- **Transparencia en la información y formación**

Se deben establecer bancos de datos y sistemas de información sobre generación y gestión de residuos, de libre acceso para los ciudadanos, con objeto de permitir a los poderes públicos, empresas y ciudadanos adoptar decisiones de consumo de materias primas y de productos, de manera que se pueda lograr una reducción efectiva de la generación de residuos.

2.2.3. Plan de Gestión de Residuos

Un plan de gestión de residuos, es un documento que recoge todas y cada una de las actuaciones que debe llevar a cabo una organización para la correcta gestión de sus residuos, tendrá un gran valor tanto desde el punto de vista del funcionamiento interno, como desde el punto de vista externo, mejorando su imagen frente a clientes, accionistas, administraciones y sociedad en general [17].

2.2.4. Residuos Sólidos

Cualquier material generado en los procesos de extracción, transformación, producción consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

El manejo adecuado de los residuos sólidos incluye el control de la generación, almacenamiento, recolección, transferencia, transporte, procesamiento y disposición final. Todos ellos deben ser efectuados bajo criterios que tomen en cuenta cuestiones de salud pública, economía, tecnología, estética así como la conservación y el uso eficiente de los recursos [18].

Los desechos sólidos (residuo sólido) es un conjunto de materiales sólidos de origen orgánico e inorgánico (putrescible o no) que no tienen utilidad práctica para la actividad que lo produce, siendo procedente de las actividades domésticas, comerciales, industriales y de todo tipo que se produzcan en una comunidad, con la sola excepción de las excretas humanas [14].

2.2.5. Residuos Agropecuarios

Según el tipo de actividad económica asociada a su generación, los residuos sólidos, en ocasiones no tan sólidos, como ocurre con los alpechines olivareros o purines porcinos, pueden dividirse en varias clases: agropecuarios, inertes, industriales y urbanos, fundamentalmente. Los residuos agropecuarios son los provenientes de las actividades agrícolas y ganaderas; abarca desde restos de podas(frutales) o cosechas(paja de arroz), pasando por los residuos producidos en la elaboración del aceite(alpechines), hasta deyecciones ganaderas, como la gallinaza de las aves de corral o los purines porcinos [19].

2.2.6. Gallinaza

Es el residuo orgánico más representativo que generan las explotaciones avícolas tanto por su volumen como por sus características. Es la mezcla entre cama (viruta) y deposiciones sólidas y líquidas de los animales (deyecciones), y sus propiedades como abono orgánico son reconocidas por la comunidad agrícola. La mayoría de las explotaciones la vende sin procesar a otras explotaciones y el resto la usa internamente como fertilizante. La gallinaza es un residuo, pero también es considerado como un producto valioso por sus posibles aplicaciones [20].

2.2.7. Alternativas de uso para la gallinaza

La avicultura es una actividad que consiste de diversas etapas que pueden agruparse en tres categorías. Una categoría que se podría llamar "biológica" que incluye reproducción y producción de huevo fértil, incubación, desarrollo de aves, producción de huevo comercial. La categoría "industrial" incluye: producción de alimentos balanceados, proceso y proceso posterior de carne de ave, empaque y proceso de huevo comercial. La categoría "comercial" incluye: distribución, venta y publicidad de productos avícolas.

Específicamente, en las etapas en que se trabaja con sistemas biológicos, la avicultura enfrenta el desafío de mantener una constante revisión de los procesos y optimización de uso de los recursos disponibles. El manejo de los desechos se ha convertido en aspecto crítico desde el punto de vista económico, de cumplimiento con las regulaciones ambientales y de imagen social. En la medida que el desecho requiere de tratamiento y no se logra retribución económica neta de él, se convierte en una carga que desfavorece la rentabilidad de las granjas. Por otra parte, si el desecho se transforma en subproducto que tiene valor económico neto constituye una fuente de ingreso adicional que estimula la producción de las granjas [21].

- **Uso pecuario de la gallinaza**

Para la alimentación de rumiantes. Las cantidades empleadas en alimentación de rumiantes son muy variables y dependientes de la estación y del valor de los bovinos en el mercado nacional e internacional [21].

En la composición química de la gallinaza influyen diversos factores: la composición de la dieta, edad y estado fisiológico de las aves. El valor nutritivo de estos residuos es mayor

que el de otras heces de animales, ya que son especialmente ricos en proteínas y minerales. Sin embargo, el alto contenido en fibra de las camas y nitrógeno no proteico (NNP) de las heces de aves, establece que los rumiantes se consideren los más indicados para su consumo [20].

- **La gallinaza como un recurso Energético**

La descomposición de la gallinaza en biodigestores desprende biogás, que es un producto compuesto de metano y el resto de dióxido de carbono, puede ser aprovechado como biocombustible, ya que su poder calorífico oscila entre 5000 y 6000 Kcal. /m³ en función del contenido de metano [20].

- **La gallinaza como abono orgánico**

Es un producto sólido obtenido a partir de la estabilización de residuos de animales, vegetales o la mezcla de estos, que contiene porcentajes mínimos de materia orgánica expresada como carbono orgánico oxidable total [20].

2.2.8. Mortalidades

Se producen diariamente en la industria avícola y existen diferentes métodos para tratarlas (incineración, enterramiento) pero no son los más adecuados ya que estos involucran varias posibilidades de impacto ambiental negativo. El tratamiento de la mortalidad es esencial para controlar la diseminación de enfermedades y prevenir la contaminación ambiental. La disposición final de la mortalidad se realiza empleando dos procesos que son ambientalmente aceptados: a través de una fosa que recibe la mortalidad de toda la granja o en unidades de compostación, de las cuales se obtiene un material estabilizado libre de patógenos; que la explotación podrá comercializar con terceros para que lo empleen en otros sistemas productivos [20].

2.2.9. Alternativas de uso las mortalidades

- **Compostaje**

Es una alternativa para utilizar la mortalidad y mejorar la bioseguridad de las granjas, además de ser una opción práctica se puede preparar con elementos de bajo costo. Este proceso se realiza en un área delimitada de la granja, dispuesta con cajones adecuados donde el tamaño dependerá de la capacidad de la granja. El resultado es un material

heterogéneo, biológicamente estable, libre de malos olores y patógenos, con una apariencia organoléptica diferente a la del material inicial [20].

- **Fosa de mortalidades**

Si la granja no cuenta con el sistema de compostación de la mortalidad, se debe ejecutar otra técnica que no represente impacto ambiental, depositando los cadáveres en fosas debidamente construidas a una distancia moderada de los galpones y viviendas, acondicionadas con revestimiento de cemento con tapa hermética para aumentar la temperatura y acelerar los procesos de descomposición de la materia orgánica, un tubo (respiradero) para evacuar los gases que se producen en la descomposición, buena ventilación, la profundidad debe ser más o menos 3 m [20].

2.2.10. Acuerdo N° 061 Reforma al Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Secundaria.

CAPÍTULO VI

GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS, Y DESECHOS PELIGROSOS Y/O ESPECIALES

Art. 47 Prioridad Nacional.- El Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional y como tal, de interés público y sometido a la tutela Estatal, la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos y desechos peligrosos y/o especiales. El interés público y la tutela estatal sobre la materia implican la asignación de la rectoría y la tutela a favor de la Autoridad Ambiental Nacional, para la emisión de las políticas sobre la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales. También implica, la responsabilidad extendida y compartida por toda la sociedad, con la finalidad de contribuir al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales, en todos los ámbitos de gestión, según lo definido y establecido en este Libro y en particular en este Capítulo. Complementan el régimen integral, el conjunto de políticas públicas, institucionalidad y normativa específica, aplicables a nivel nacional.

En virtud de esta declaratoria, tanto las políticas como las regulaciones contenidas en la legislación pertinente, así como aquellas contenidas en este Libro y en las normas técnicas que de él se desprenden, son de ejecución prioritaria a nivel nacional; su incumplimiento será sancionado por la Autoridad Ambiental Nacional, de acuerdo al procedimiento sancionatorio establecido en este Libro.

Art. 48 **Ámbito.**- El presente capítulo regula todas las fases de la gestión integral de residuos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales, así como los mecanismos de prevención y control de la contaminación en el territorio nacional, al tenor de los procedimientos y normas técnicas previstos en la normativa ambiental vigente y en los convenios internacionales relacionados con esta materia, suscritos y ratificados por el Estado.

Se hallan sujetos al cumplimiento y aplicación de las disposiciones del presente capítulo, todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, nacionales o extranjeras, que dentro del territorio nacional participen en cualquiera de las fases y actividades de gestión de los residuos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales, en los términos de los artículos precedentes.

Art. 49 **Políticas generales de la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales.**- Se establecen como políticas generales para la gestión integral de estos residuos y/o desechos y son de obligatorio cumplimiento tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles de gobierno, como para las personas naturales o jurídicas públicas o privadas, comunitarias o mixtas, nacionales o extranjeras, las siguientes:

- a) Manejo integral de residuos y/o desechos;
- b) Responsabilidad extendida del productor y/o importador;
- c) Minimización de generación de residuos y/o desechos;
- d) Minimización de riesgos sanitarios y ambientales;
- e) Fortalecimiento de la educación ambiental, la participación ciudadana y una mayor conciencia en relación con el manejo de los residuos y/o desechos;
- f) Fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos y/o desechos, considerándolos un bien económico, mediante el establecimiento de herramientas de aplicación como el principio de jerarquización:
 1. Prevención
 2. Minimización de la generación en la fuente
 3. Clasificación
 4. Aprovechamiento y/o valorización, incluye el reúso y reciclaje
 5. Tratamiento y
 6. Disposición Final.

- g) Fomento a la investigación y uso de tecnologías que minimicen los impactos al ambiente y la salud;
- h) Aplicación del principio de prevención, precautorio, responsabilidad compartida, internalización de costos, derecho a la información, participación ciudadana e inclusión económica y social, con reconocimientos a través de incentivos, en los casos que aplique;
- i) Fomento al establecimiento de estándares mínimos para el manejo de residuos y/o desechos en las etapas de generación, almacenamiento temporal, recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final;
- j) Sistematización y difusión del conocimiento e información, relacionados con los residuos y/o desechos entre todos los sectores;
- k) Aquellas que determine la Autoridad Ambiental Nacional a través de la norma técnica correspondiente.

2.2.11. Manejo interno de los desechos sólidos generados.

Identificación de los principales problemas existentes a lo largo del ciclo de vida.

En el proceso de identificación de los problemas existentes a lo largo del ciclo de vida se tiene en cuenta aquellos problemas asociados a la generación, recolección, segregación, almacenamiento, transportación, tratamiento y disposición final, según el estado del ciclo de vida del tipo de desecho SÓLIDO identificado. Se recogen las razones que lo provocan, la cobertura de información existente para apoyar la actividad de gestión y manejo de los desechos sólidos, el conocimiento y la aplicación de la Legislación Ambiental vigente y las normativas para el manejo de estos. Violaciones y no conformidades de las normas establecidas así como de las buenas prácticas.

Se identifican los responsables del manejo de los desechos sólidos y los participantes en el proceso de manejo.

Se identifican los medios de protección personal, los medios de trabajo y la frecuencia o programa de trabajo de los implicados en el manejo.

Se identifican las acciones de coordinación interdepartamental, o entre áreas de generación, así como los procedimientos legales y contractuales que tienen que ver con el manejo.

Se tiene en cuenta todas las actividades de planificación, coordinación, estrategias y recursos materiales y financieros para la ejecución del manejo.

2.2.12. Recolección.

Se describe las acciones que deben realizar los colectores u operadores para recoger y trasladar los desechos generados, al equipo destinado a transportarlos a los lugares de almacenamiento, o de transferencia, o de tratamiento, o de reusó o a los sitios de disposición final. Se especifica frecuencia y medios de trabajo, seguridad y protección.

2.2.13. Segregación.

En el proceso segregación se describen las acciones o procedimientos por áreas, o por fuentes generadoras, o en el área donde se produce el almacenamiento secundario, de los operadores o colectores de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial. Se clasifican o se separan los diversos materiales específicos del flujo de residuos, lo que facilita el reciclaje o continuar la próxima etapa de manejo.

2.2.14. Almacenamiento.

El almacenamiento de los desechos sólidos se debe realizar basado en el principio de asegurar las condiciones de protección ambiental y de la salud humana, así como el cumplimiento de lo establecido en las normas y las buenas prácticas.

El almacenamiento se produce en tres etapas:

- Almacenamiento primario: este se ejecuta en el lugar de generación. Las particularidades del mismo están en función de la actividad que se realiza en el área en particular. Se describe el tipo de envase que se debe utilizar (cestos tapados de diferentes capacidades, tipo de material, desechables o no como bolsa plásticas o de papel) las condiciones higiénico - sanitarias en sentido general y las medios de protección y seguridad. Se describe los procedimientos de recogida y frecuencia por los operadores o colectores.
- Almacenamiento secundario: este se ejecuta previa al almacenamiento final. Se describe el área de almacenamiento, el tipo de envase o contenedor que se debe utilizar, las condiciones higiénico - sanitarias (climatización, refrigeración,

ventilación. Iluminación), condiciones de seguridad, de PCI, delimitación, señalización, suministro de agua, drenajes y los medios de protección. Los sitios serán diseñados para facilitar la separación y la recuperación de materiales con potencial reciclable si procede se describen las operaciones de segregación en caso que sea en esta área donde se realiza esta actividad.

- Almacenamiento terciario o final: este se aplica en un lugar destinado para este fin en la instalación previo a la transportación hacia el tratamiento o destino final. Las particularidades del mismo están en función de la actividad que realiza la instalación. Se describe el área de almacenamiento final, los tipos de envases que se deben utilizar, ubicación, las condiciones higiénico - sanitarias, condiciones de seguridad, de PCI, señalización, delimitación, suministro de agua, drenajes, escurrimiento, vías de acceso y los medios de protección. Los sitios serán diseñados para facilitar la separación y la recuperación de materiales con potencial reciclable si procede. Contar con acciones de mantenimiento y conservación.

2.2.15. Tratamiento.

El tratamiento es la modificación de las características físicas, químicas o biológicas de los desechos sólidos, con el objeto de reducir su nocividad, controlar su agresividad ambiental y facilitar su gestión

Existen diferentes tipos de tratamiento de los desechos sólidos, estos pueden ser tanto a nivel de entidad o ya en lugares específicos (plantas de recuperación o plantas de tratamiento de desechos sólidos) de la localidad donde este enclavada la organización.

Tipos de tratamientos:

- Incineración: Proceso de reducir a cenizas los desechos sólidos y otros residuos, reduciendo el volumen original de la fracción combustible de los residuos sólidos del 50 - 80%.
- Pirolisis: Descomposición de los desechos por la acción del calor.
- Reciclaje: Es un proceso mediante el cual ciertos materiales de los desechos sólidos se separan, recogen, clasifican y almacenan para reincorporarlos como materia prima al ciclo productivo. Es decir, proceso que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea el mismo en que fue generado u otro diferente.

- **Recuperación:** Actividad relacionada con la obtención de materiales secundarios, bien sea por separación, desempaquetamiento, recogida o cualquier otra forma de retirar de los residuos sólidos algunos de sus componentes para su reciclaje o reusó.
- **Reusó:** Es el retorno de un bien o producto a la corriente económica para ser utilizado en forma exactamente igual a como se utiliza antes, sin cambio alguno en su forma o naturaleza.
- **Recolección Selectiva:** Acción de clasificar, segregar y presentar segregadamente para su posterior utilización.
- **Reutilización:** Capacidad de un producto o envase para ser usado en más de una ocasión, de la misma forma y para el mismo propósito para el cual fue fabricado.
- **Relleno Sanitario:** Instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental. Es la técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. Es el sitio que es proyectado, construido y operado mediante la aplicación de técnicas de ingeniería sanitaria y ambiental, en donde se depositan, esparcen, acomodan, compactan y cubren con tierra, diariamente los desechos sólidos, contando con drenaje de gases y líquidos percollados o lixiviados.
- **Relleno Sanitario Manual:** Es aquel en el que solo se requiere equipo pesado para la adecuación del sitio y la construcción de vías internas, así como para la excavación de zanjas, la extracción y el acarreo y distribución del material de cobertura. Todos los demás trabajos, tales como construcción de drenajes para lixiviados y chimeneas para gases, así como el proceso de acomodo, cobertura, compactación y otras obras conexas, pueden realizarse manualmente.
- **Relleno Sanitario Mecanizado:** Es aquel en que se requiere de equipo pesado que labore permanentemente en el sitio y de esta forma realizar todas las actividades señaladas en el relleno sanitario manual, así como de estrictos mecanismos de control y vigilancia de su funcionamiento.

2.2.16. Disposición final.

Es la operación final controlada y ambientalmente adecuada de los desechos sólidos, según su naturaleza. En este lugar se disponen definitivamente los desechos sólidos. La disposición final puede ser:

Los vertederos municipales, provinciales, locales, los diferentes tipos de relleno sanitarios, plantas de tratamiento y de recuperación. Todas estas instalaciones contarán con las condiciones higiénico - sanitarias, ambientales, de protección y seguridad, según se establece en la legislación y normativas cubanas referentes al tema desechos sólidos.

En el plan de manejo de la entidad se describen los procedimientos para la disposición final de los residuales, las normativas y buenas prácticas de proceder con los mismos. Se especifican medios materiales, los recursos humanos, financieros y legales y contractuales que justifican esta actividad del plan.

Nota: El Plan de Manejo de Desechos Sólidos de una entidad puede realizarse por actividad de manejo o mediante un Plan de Acciones de manejo independiente teniendo en cuenta las desviaciones de lo establecido por las normas y regulaciones identificadas en la descripción del manejo actual [22].

2.2.17. Antecedentes de la Empresa

La Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez Cavicente Cía. Ltda. se encuentra ubicada en la provincia de Cotopaxi, cantón Pujilí sector Potrerillos, en un área de terreno de aproximadamente de 4 hectáreas. Su actividad comercial corresponde a la crianza, engorde y venta de pollos de engorde para consumo humano, posee 9 galpones con una capacidad total de operación de 70 000 aves.

En cuanto a la infraestructura, la avícola cuenta de forma relevante con sistemas automáticos en su mayoría y manuales para la alimentación de las aves, además de su propia área de molienda, donde se preparan los distintos balanceados y un pozo de agua que provee del líquido vital a todo el plantel.

2.3. Propuesta de Solución

El presente trabajo de investigación plantea el desarrollo de un plan integral de manejo, control y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos a fin de gestionarlos adecuadamente y mitigar el impacto ambiental que genera la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez Cavicente Cía. Ltda.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

La presente investigación emplea un tipo de investigación Aplicada (I), ya que se aprovecha y pone en práctica conocimientos adquiridos, lo que permitirá desarrollar un plan integral de manejo, control y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez Cavicente Cía. Ltda. a fin de mitigar el impacto ambiental que está generando.

3.1. Modalidad Básica de la Investigación

3.1.1. Investigación Cualitativa

El presente proyecto de investigación es de tipo cualitativa, ya que el diagnóstico de la situación inicial de la empresa requiere de la descripción de las cualidades tanto del proceso productivo como de los desechos que se generan a través de la observación como técnica de indagación.

3.1.2. Investigación Cuantitativa

Así mismo, se requiere de una investigación cuantitativa, pues es necesario conocer el volumen de desechos generados por la empresa así como la tabulación y análisis de datos recolectados mediante técnicas de investigación y medición.

3.1.3. Investigación bibliográfica-documental

Además se aplicará la investigación bibliográfica-documental, pues a través de esta se recopila información de libros, investigaciones y publicaciones relacionadas al tema en estudio, lo cual dará soporte a los datos que se tomen en campo.

3.1.4. Investigación de campo

Así también, se requerirá de la investigación de campo, mediante la cual se recolectará información en el lugar y tiempos necesarios, verificando directamente la situación actual de la entidad en relación al tema de investigación a través de técnicas de indagación como la observación, encuesta, entrevistas y medición.

3.2. Población y muestra

Debido a que la población es menor a cien personas se trabajará con todo el universo como muestra, la misma que está formada por 12 personas, quienes se encuentran en contacto directo con el proceso de producción en el que se originan las excretas y aves muertas al consistir el trabajo de este grupo en cuidar y alimentar a las aves.

3.3. Recolección de Información

La recolección de información para realizar el plan integral de manejo, control y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda. se basará en la ejecución de las siguientes técnicas:

- Entrevista al gerente con el objeto de conocer el estado actual de empresa respecto a su gestión de residuos y los impactos ambientales percibidos por la naturaleza de su proceso productivo mediante una guía que permita tratar todos los temas propuesto.
- Encuesta a los trabajadores para conocer los procesos que intervienen en la crianza, engorde y venta de pollos y los desechos que se generan en cada uno de ellos a través de un cuestionario.
- Observación directa de los procesos productivos de la avícola a fin de recolectar datos relevantes de las actividades laborales y determinar el nivel de cumplimiento de la normativa ambiental en cuanto a la gestión de desechos sólidos mediante una lista de chequeo.

3.4. Procesamiento y análisis

La información obtenida de la entrevista al gerente es sujeta a un análisis e interpretación.

Los datos generados en la encuesta se tabularán, graficarán estadísticamente y se someterán a análisis a fin de identificar la situación inicial de la entidad en relación al manejo de residuos.

Los aspectos que serán identificados mediante observación directa se procesarán a través de una matriz legal, y un análisis FODA, para finalmente generar criterios.

Las mediciones que se efectuarán de los residuos serán sujetas a operaciones matemáticas a fin de obtener una cantidad de producción determinada en un periodo de tiempo.

3.5. Desarrollo del Proyecto

La metodología empleada para la formulación del Plan de manejo integral de residuos sólidos orgánicos, se presentan a continuación:

- Diagnóstico de la producción avícola, identificación y medición de los residuos generados.

Se efectúa el levantamiento de los procesos productivos presentes en la empresa, siendo éstos: la cría y engorde de pollos y la elaboración de alimento balanceado. Se detalla los residuos sólidos que resultan al llevar a cabo las distintas actividades del proceso de cría y engorde de pollos a través de un diagrama de actividades y por áreas, a partir del cual, se realizó, las siguientes actividades:

-Clasificación: se clasifica los residuos sólidos de acuerdo a la norma NTE INEN 2841 y a los listados nacionales de sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales presente en el Acuerdo N° 142.

-Identificación del manejo actual: se describió las formas de manejo de los residuos, que incluye la minimización, separación, recolección, transporte y disposición final.

-Medición: se determinó la cantidad de los residuos sólidos más significativos para esta granja, como son pollinaza y aves muertas.

- Criterio de los actores sobre la presencia y manejo de los residuos sólidos orgánicos en la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda., para lo cual se desarrolla:
 - Entrevista al gerente
 - Encuesta a los trabajadores
 - Observación directa.
- Análisis de resultados.
 - Análisis FODA.
- Formulación de Programas para el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Se definen los programas a implementar dentro del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos en base a un estudio de alternativas previo, en el cual se analiza la posibilidad de formular alternativas para manejo de los residuos orgánicos y seleccionar la más adecuada desde un punto de vista técnico, social, económico y ambiental.
- Estudio económico financiero.
Se calcula la inversión total necesaria para poner en marcha las propuestas de tratamiento y aprovechamiento de la pollinaza y aves muertas, los costos de operación, depreciaciones, ingresos, estados de pérdidas y ganancias, flujo de fondos y determinar los beneficios esperados, el VAN, TIR y demás indicadores financieros que garanticen la viabilidad de los proyectos.

CAPITULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1. Título

“PLAN INTEGRAL DE MANEJO, CONTROL Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN LA COMPAÑÍA PRODUCTORA AVÍCOLA CAJAMARCA SUÁREZ CAVICENTE CÍA. LTDA.”

4.2. Datos informativos

Institución ejecutora: Universidad Técnica de Ambato

Beneficiarios:

- Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
- Investigador
- Estudiantes de la FISEI

Ubicación: Provincia: Cotopaxi, Cantón: Pujilí, Parroquia: Pujilí, Sector: Potrerillos, La Cangagua, Santa Rosa.

Responsable: Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

Equipo técnico responsable

- **Investigador:** Sra. Martha Yancha
- **Tutor de Tesis:** Ing. M.Sc. Edison Patricio Jordán Hidalgo
- **Gerente General:** Sr. Luis Cajamarca

4.3. Introducción sobre la empresa

4.3.1. Reseña Histórica

Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez "Cavicente"



Fig. 1. Fachada Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez "Cavicente" Cía. Ltda.

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez "Cavicente" Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez "Cavicente" es una empresa dedicada a la crianza de aves desde aproximadamente 6 años la cual está ubicada a 10 minutos al sur del Cantón Pujilí en la Provincia de Cotopaxi, la producción inició con 3 naves: una con capacidad para 6000 aves y dos naves para 3000 aves cada una, pero la demanda esperada superó las expectativas por lo que obligo a la construcción de 2 naves más, llegando a la producción de 18.000 aves con lo que se adquirió un liderazgo en el mercado del Cantón Pujilí, al transcurrir los años se decidió ampliar el mercado en otras provincias como Pichincha y Tungurahua y con ello aumento la producción, hasta la actualidad se producen 70.000 aves en 5 edades manteniendo una producción continua. A sus inicios no contaban con maquinaria necesaria para la elaboración de su propio balanceado para las aves por lo que trabajaba directamente con un proveedor artesanal de la ciudad de Ambato, durante un año y medio, la necesidad de implementar la producción de alimento para reducir costos y mayor productividad, y para ello se envió a elaborar fórmulas de acuerdo a la zona donde está ubicada la granja, dando pocos resultados a sus inicios pero con la experiencia se logró un óptimo producto de acuerdo las necesidades de las aves,

pero para mejorar la productividad de la crianza no fue suficiente enfocarse en un solo proceso sino minuciosamente en todos aquellos que conforman un sistema de crianza óptimo y para ello es necesario la selección de materia prima y con ellos la selección de proveedores, es así que trabajan con grandes proveedores de materia prima he incubadora de aves por lo que se empezó a trabajar con empresas como AVESCA S.A incubadora de pollo BB, IMBAB S.A y TADEC medicina veterinaria, Tierra Fértil proveedora de maíz, soya y otros insumos que permitían el crecimiento empresarial con la crianza de aves.

4.3.2. Producto

Aves Broiler de raza COBB 500 con altura apenas mediana, pecho ancho y los machos llegan a un peso promedio de unos 2.5 kg a las 6 semanas de edad.

4.3.3. Misión

Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” es una empresa dedicada a la crianza de aves para el consumo humano con sistemas especializados en manejo de la bioseguridad de la zona de crianza y alimentación balanceada que garantizan carne de calidad, satisfacción de nuestros clientes, el logro de los objetivos corporativos y el desarrollo de nuestros colaboradores.

4.3.4. Visión

Ser una empresa líder en el mercado avícola de la Provincia de Cotopaxi con reconocimiento de marca, con sistemas productivos eficientes, tecnificada, alto nivel organizacional, seguridad industrial con responsabilidad social.

4.3.5. Estructura organizacional

La estructura organizacional de la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente”, se distribuye como muestra el Fig. 2 con el afán de entregar a sus clientes el mejor producto con el apoyo de un personal capacitado y entrenado.

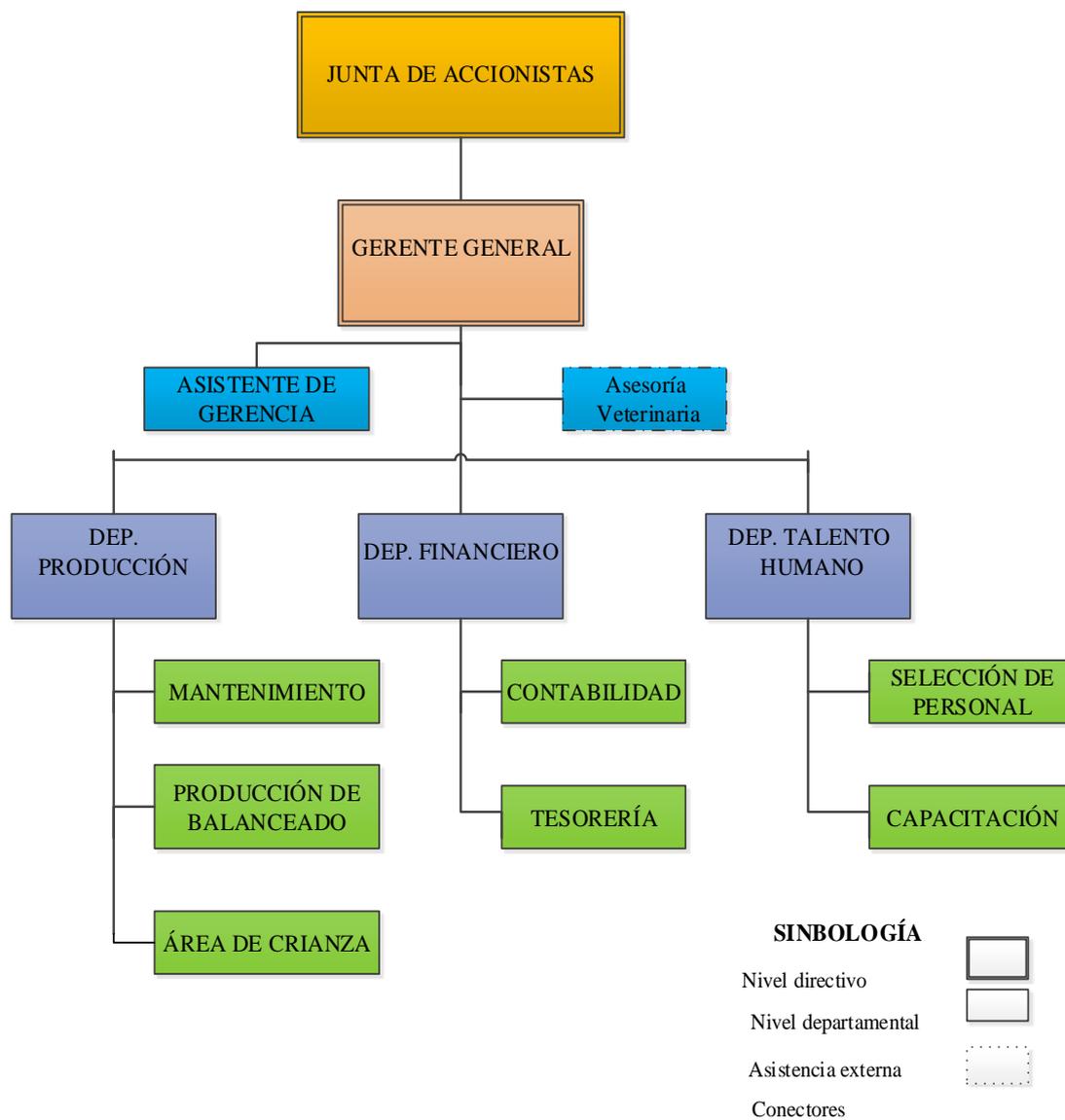


Fig. 2. Estructura Organizacional

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

4.3.6. Situación actual de la empresa

La Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” es una empresa reconocida a nivel cantonal en la cría y engorde de pollos, por cubrir gran parte del mercado pujilense, ya que su capacidad productiva es la más basta dentro de su lugar de procedencia a comparación de su competencia, además de su seriedad en la entrega de pedidos y calidad del producto mismo, son factores que han permitido a la institución crecer y abrirse campo en otras provincias como Pichincha y Tungurahua.

En cuanto a la infraestructura, actualmente cuenta con su propia planta de producción de alimento balanceado, cuya fórmula se forma con productos del sector lo que permite reducir costos y mayor productividad, además está dotado de sistemas automáticos en su mayoría para la alimentación de las aves, y un pozo de agua que provee el líquido vital a todo el plantel.

El plantel tiene presente que su compromiso con el medio ambiente es primordial, por cuanto busca maneras de reducir el impacto que su explotación genera, medidas en gran parte acertadas pero que requieren ser en algunos aspectos corregidos, documentados y controlados, de manera que se lleven a cabo correctamente.

4.3.7. Descripción de espacios y áreas de la avícola.

Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” cuenta con tres núcleos de producción como se puede apreciar en las Fig. 3, 4 y 5, cada uno situado en ubicaciones distintas alejadas de la central, con una capacidad de producción variable en cada una de ellas, como se puede observar en la tabla 1:

Tabla 1. Área y capacidad productiva de los galpones

Núcleo	Ubicación	Capacidad de aves	Dimensiones	
			Nº Galpones	Área m ²
1	Potrerillos	30 000	4	2 300
2	La Cangagua	24 000	4	2 000
3	Santa Rosa	16 000	1	1 500
TOTAL		70 000	9	5 800

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador

Los núcleos situados en La Cangagua y Santa Rosa dependen de la ubicada en Potrerillos, pues es de este lugar de donde se distribuye a las demás alimento balanceado que es almacenado en silos en cada plantel, agua potable transportado a través de tanqueros y depositado en grandes estanques, medicamentos y vacunas que se administran al momento que llegan sin que éstas sean copiadas. Por tanto, solo el establecimiento central cuenta con más extensión de terreno a comparación de las demás, como muestra la tabla 2.

Tabla 2. Espacios y áreas de los núcleos de la avícola

Espacio	Área m ²
Núcleo 1: Potrerillos	
Galpones	2 300
Área producción balanceado	70
Pozo de agua	15
Bodega	100
Garita	20
Oficina	10
Comedor	10
Parqueadero	20
Núcleo 2: La Cangagua	
Galpones	2 000
Bodega	6
Casa de habitación	8
Núcleo 3. Santa Rosa	
Galpones	1 500
Bodega	12
Casa de habitación	8
TOTAL PREDIOS	6 079

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador



Fig. 3. Núcleo 1 en Potrerillos

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador



Fig. 4. Núcleo 2 en la Cangagua.
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.



Fig. 5. Núcleo 3 en Santa Rosa.
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

4.4. Diagnóstico de la producción avícola, identificación y medición de los residuos generados

En esta etapa de la investigación se busca conocer las cadenas productivas que se manejan, para de esta manera identificar los residuos sólidos que se generan en cada proceso y área para finalmente clasificarlos y realizar mediciones.

4.4.1. Proceso de cría y engorde de pollos

El proceso de cría y engorde de pollos cuenta con cinco procesos importantes, partiendo con la limpieza y desinfección del galpón, pasando al alistamiento del galpón, continuando con la recepción de pollitos bebe, procediendo con la alimentación y vacunación y culminado con la comercialización, como se muestra en la Fig. 6:

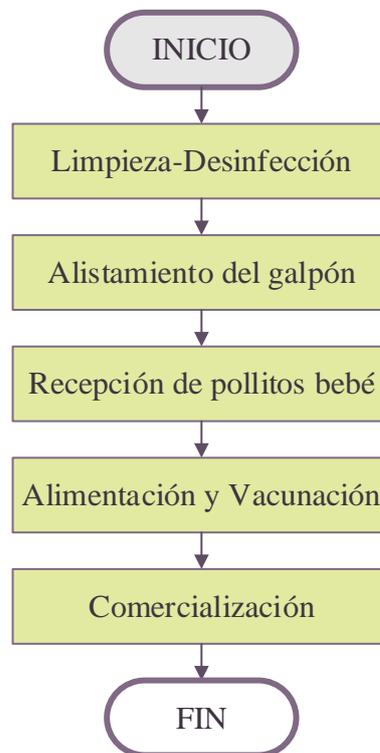


Fig. 6. Proceso productivo de la cría y engorde de pollos
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

Limpieza y desinfección

La limpieza y desinfección es un paso delicado y de suma importancia, pues su incorrecto desarrollo puede ser el causante de la generación de enfermedades que afecten a las aves, ocasionando su muerte en masa. Este proceso se lleva a cabo para todo el galpón, una vez

que los pollos de un lote anterior han sido removidos del área, se procede básicamente al desmontaje de equipos y su posterior lavado, en conjunto con fumigaciones en distintas etapas, como se puede apreciar en la Fig. 7 y una representación del proceso en la Fig.8.

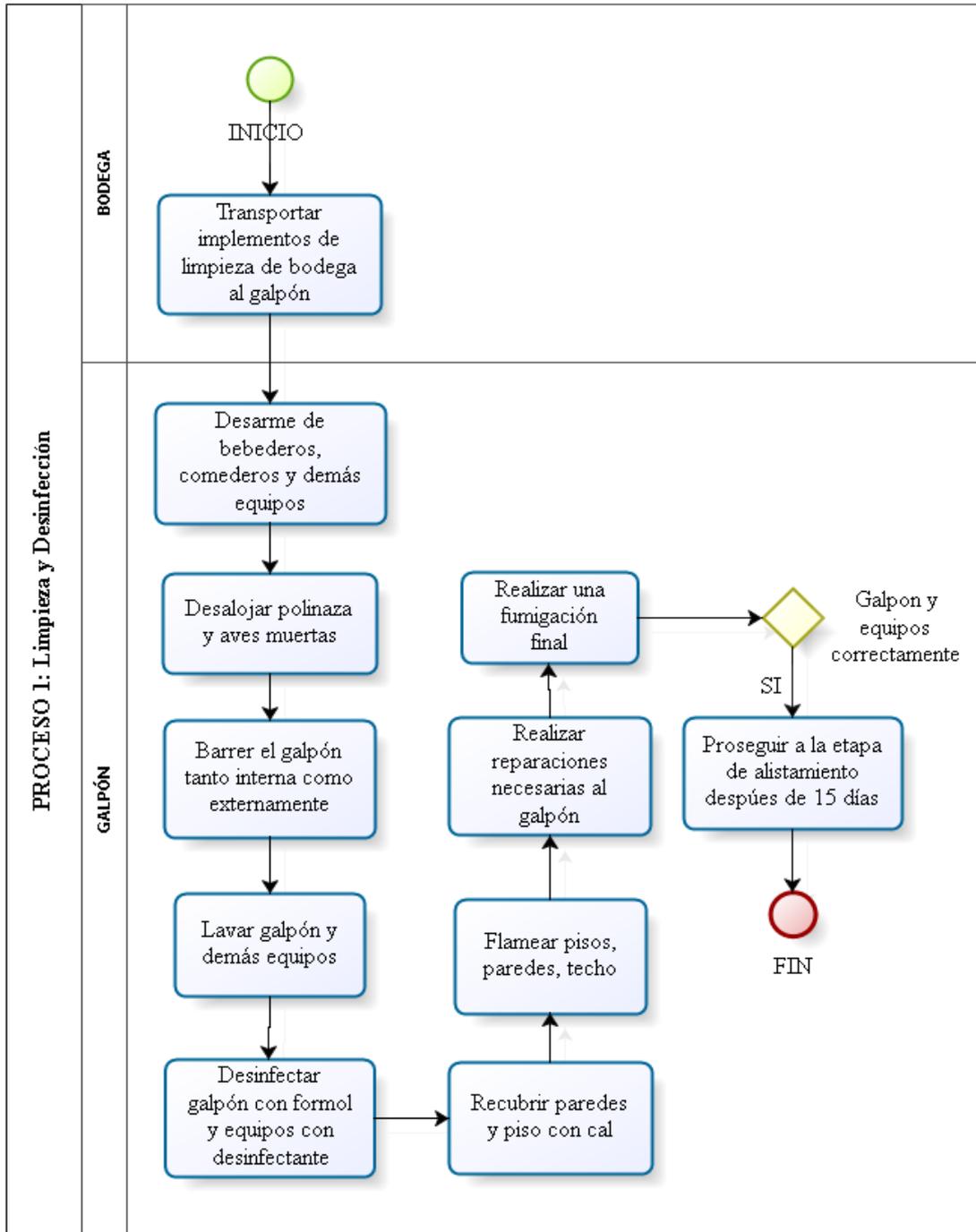


Fig. 7. Proceso de limpieza y desinfección
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.



Fig. 8. Galpón limpio y desinfectado
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

Alistamiento de la cámara de crianza

Este proceso consiste en preparar un espacio para la recepción de los pollitos bebe, cuya área estará en función a la cantidad de aves, misma que estará cubierta de viruta o tamo de arroz con un espesor de mínimo 7 cm, no menos pues es posible que se genere enfermedades si el frío se presenta, también se aísla el lugar dentro del galpón con cortinas a fin de controlar la temperatura procurando que se mantenga en los 35 °C, además al suministrar agua con vitaminas y alimento destinado según la edad del animal se inspecciona que ningún bebedero o comedero sea situado por debajo de alguna criadora, pues el calor que genera puede dañar la comida e invalidar la medicación, como se muestra en la Fig. 9 y la preparación de la cama en la Fig.10.

En esta etapa que se introduce viruta/tamo de arroz es importante mencionar que es transportada en el momento que se requiere y no es almacenada como en muchos casos, la razón es porque al ser apilada se corre el riesgo de que animales domésticos y vectores la contaminen y generen alguna epidemia.

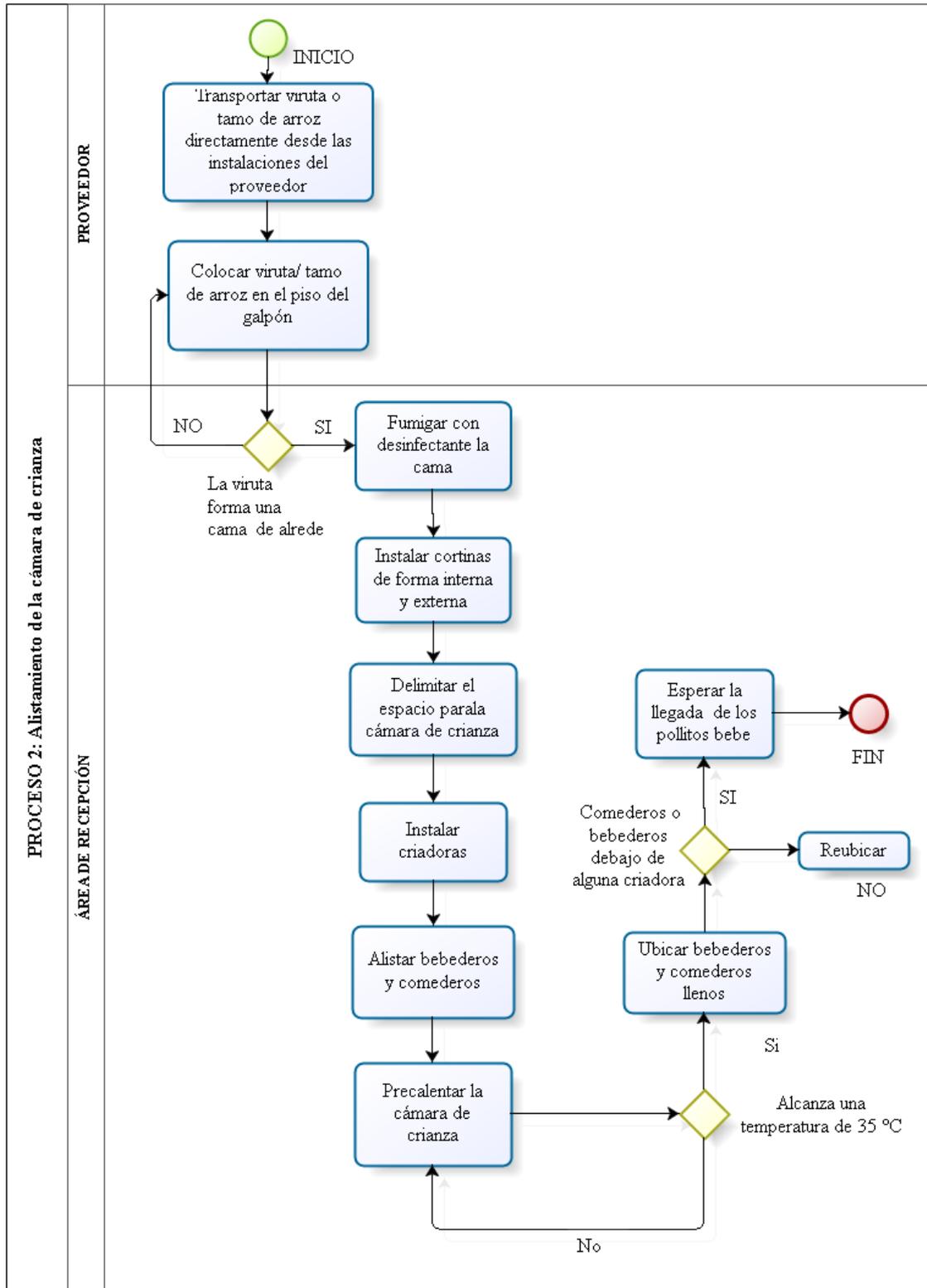


Fig. 9. Alistamiento del galpón
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.



Fig. 10. Alistamiento de la cama para la recepción de pollitos
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador

Recepción de los pollitos bebe

Este proceso descrito en la Fig. 11 y representado en la Fig. 12 inicia cuando la empresa proveedora llega al galpón con el pedido solicitado, a partir de lo cual se toma una muestra para realizar el pesaje respectivo, consecuentemente se suministra agua con vitaminas y alimento destinado según la edad del animal, controlando que ningún bebedero o comedero sea situado por debajo de alguna criadora, pues el calor que genera puede dañar la comida e invalidar la medicación.

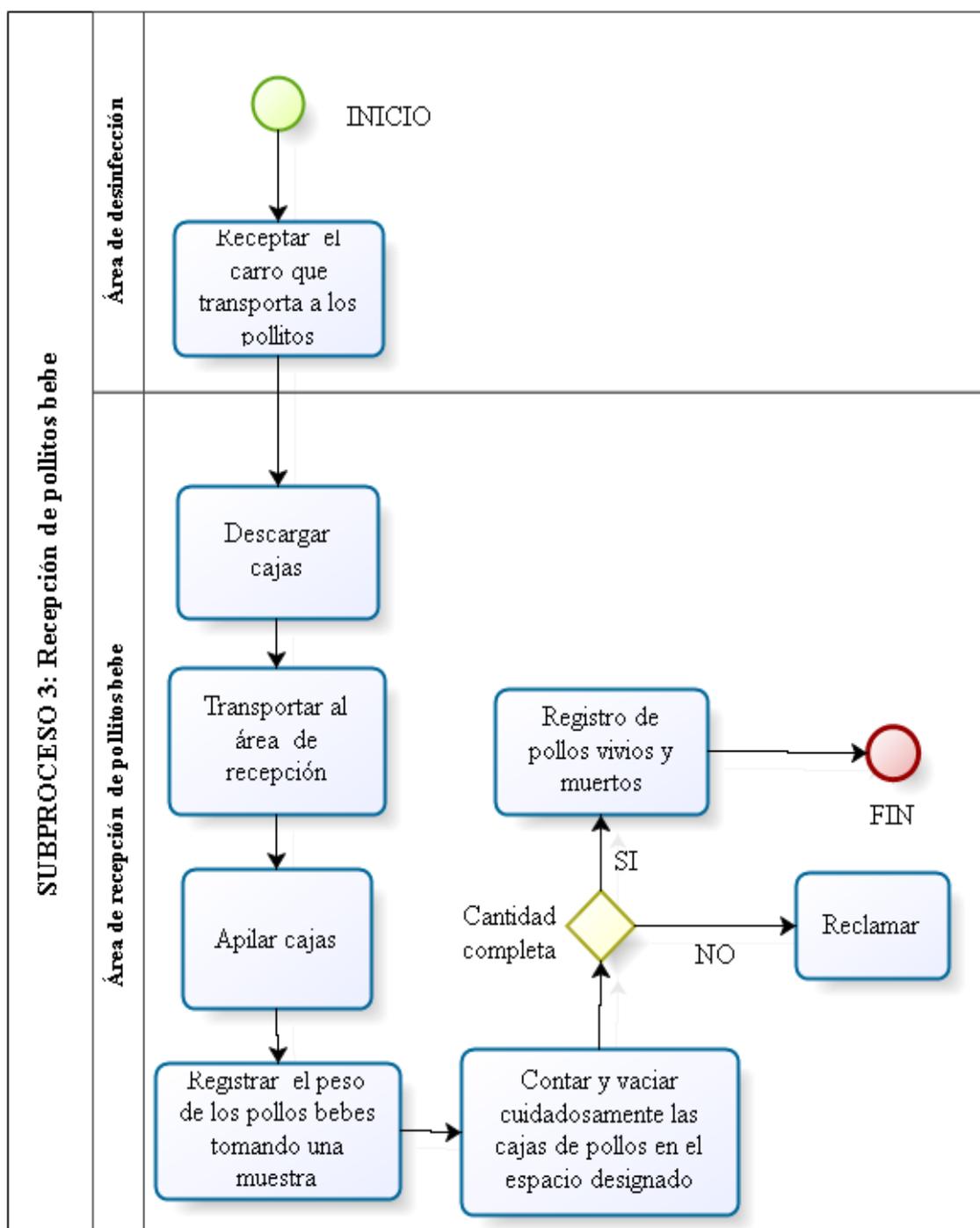


Fig. 11. Recepción de pollitos bebé
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.



Fig. 12. Recepción de los pollitos bebé en la cámara de crianza
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

Alimentación y manejo veterinario

El proceso de alimento de pollos de engorde se desarrolla en cuatro etapas, como se describe en la Fig. 13 y se representa en la Fig. 14 y 15. En cada fase, se administra un alimento específico, empezando con un pre-inicial hasta el día 14, pasando a un inicial terminando el día 28, continuando con el de crecimiento mientras se cumpla el día 42, finalmente los de tipo engorde, administrado hasta que alcancen un peso óptimo y sean comercializados. Por otro lado, en cuanto a las vacunas, se aplican tres dosis cada 7 días para la prevención de enfermedades, así mismo y con ese objetivo se realizan semanalmente fumigaciones a las aves.

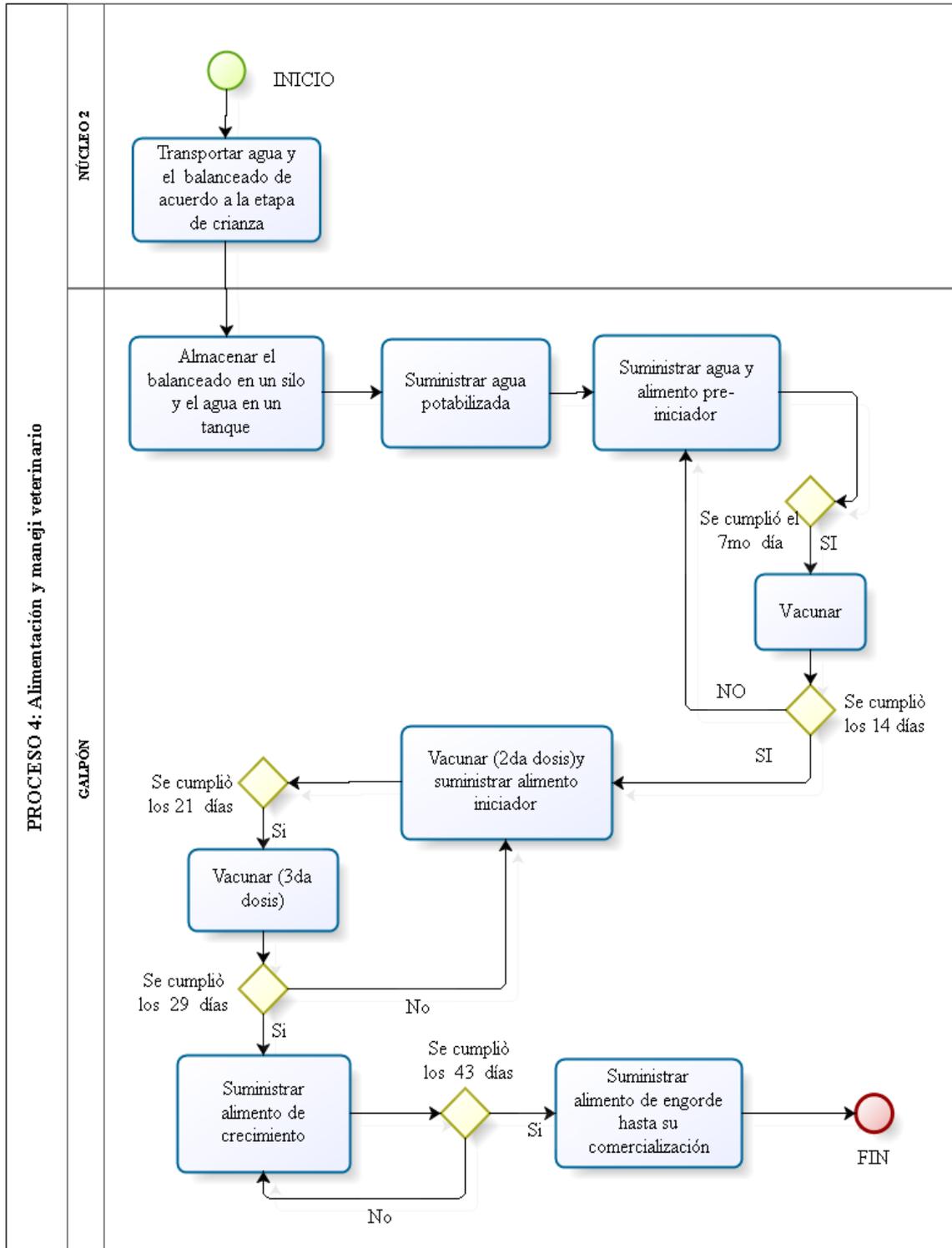


Fig. 13. Alimento y manejo veterinario
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.



Fig. 14. Aprovechamiento de alimento balanceado en silos.
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavimente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.



Fig. 15. Elevación del balanceado al silo.
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavimente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

Comercialización

El proceso de comercialización parte de un control de peso, como se observa en la Fig. 16, con lo cual se busca que las aves alcancen pesos comprendidos entre 5 y 6 lb para ser vendidos, si el resultado es positivo, se procede a enjaularlas, 10 aves por cada una de ellas para posteriormente transportarlas al lugar acordado con el cliente, dónde son pesadas a través de balanzas electrónicas y finalmente se determina el valor monetario que representan las pollos en pie a partir de la suma de pesos y la disminución del peso de las jaulas.

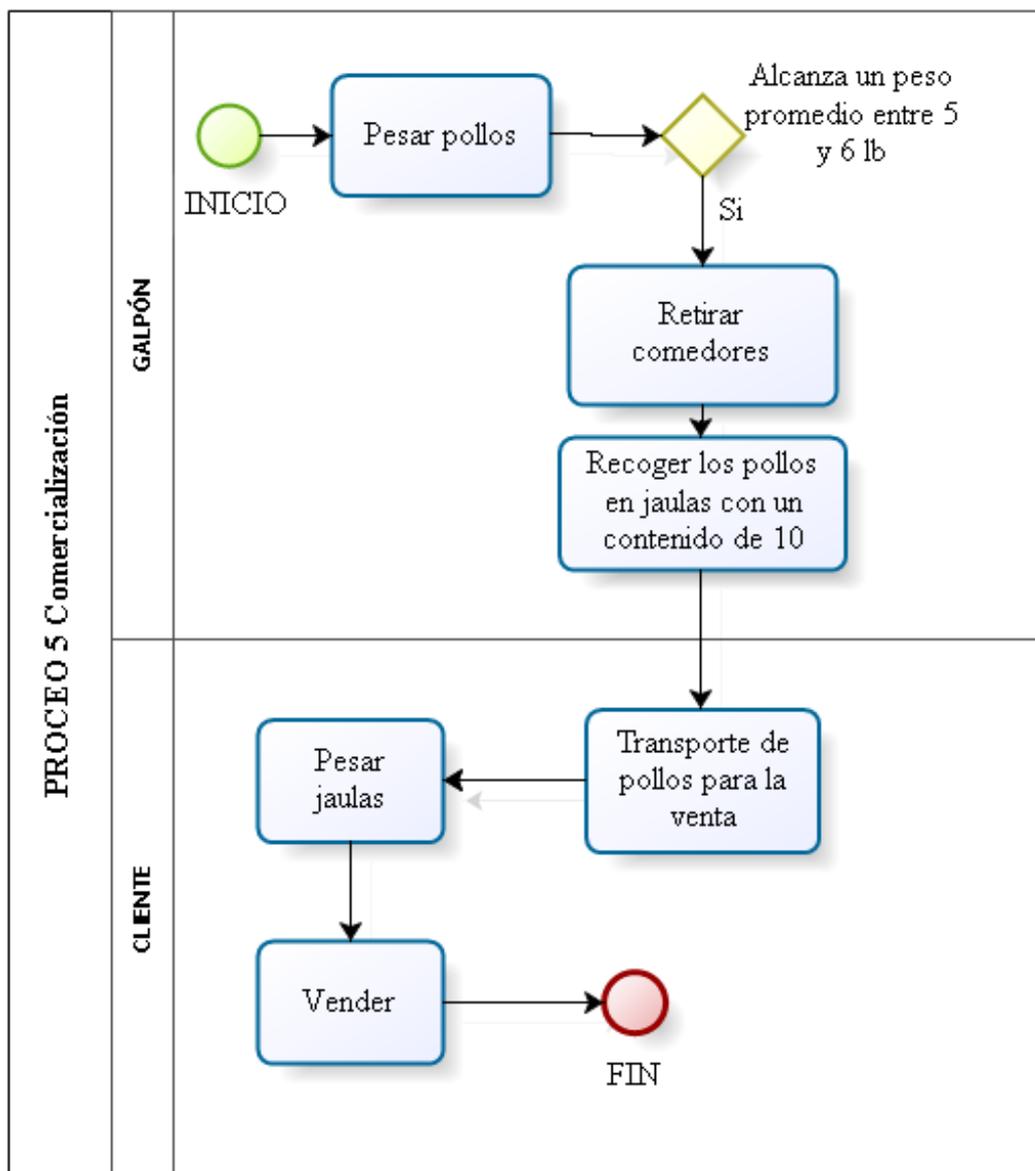


Fig. 16. Comercialización

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez "Cavicente" Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

4.4.2. Elaboración de alimento balanceado para pollos de engorde

La elaboración de balanceado se desarrolla procurando emplear materia prima de calidad, propia del sector en instalaciones apropiadas a la actividad como se observa en la Fig. 17 y 18, a partir de tres importantes procesos como son:



Fig. 17. Instalaciones del área de producción de balanceado
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicante” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.



Fig. 18. Instalaciones del área de producción de alimento balanceado
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicante” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

Formulación

La formulación del alimento balanceado es un proceso que se ha efectuado una sola vez en la empresa por un nutricionista, bajo la premisa de emplear materia prima local a fin de reducir costos y mejorar la productividad. Su desarrollo inicia a partir del conocimiento nutricional de los ingredientes seleccionados y de los requerimientos de las aves en cada etapa de su desarrollo siendo éstas: pre-inicial, inicial, crecimiento y engorde; a partir de lo cual se establece las cantidades de cada elemento.

Compra de materia prima

La compra de materia prima básicamente es un proceso importante que consiste en seleccionar productos de calidad procurando un ahorro económico, empleando para este fin generalmente, morochillo, soya, sal, harinas de semillas oleaginosas y otros, cuyo almacenamiento se muestra en la Fig. 19.

La adquisición de materia prima pasa por un proceso muy riguroso, iniciando con la selección del proveedor, mismo que debe contar con productos de calidad y debe brindar facilidades ya sea para devoluciones o cambio, procediendo con un estricto control en las características del pedido, ya sea en cuanto a cantidad y estado de los insumos, como se observa en el Fig. 20.



Fig. 19. Bodega de materia prima para la elaboración de balanceado.
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

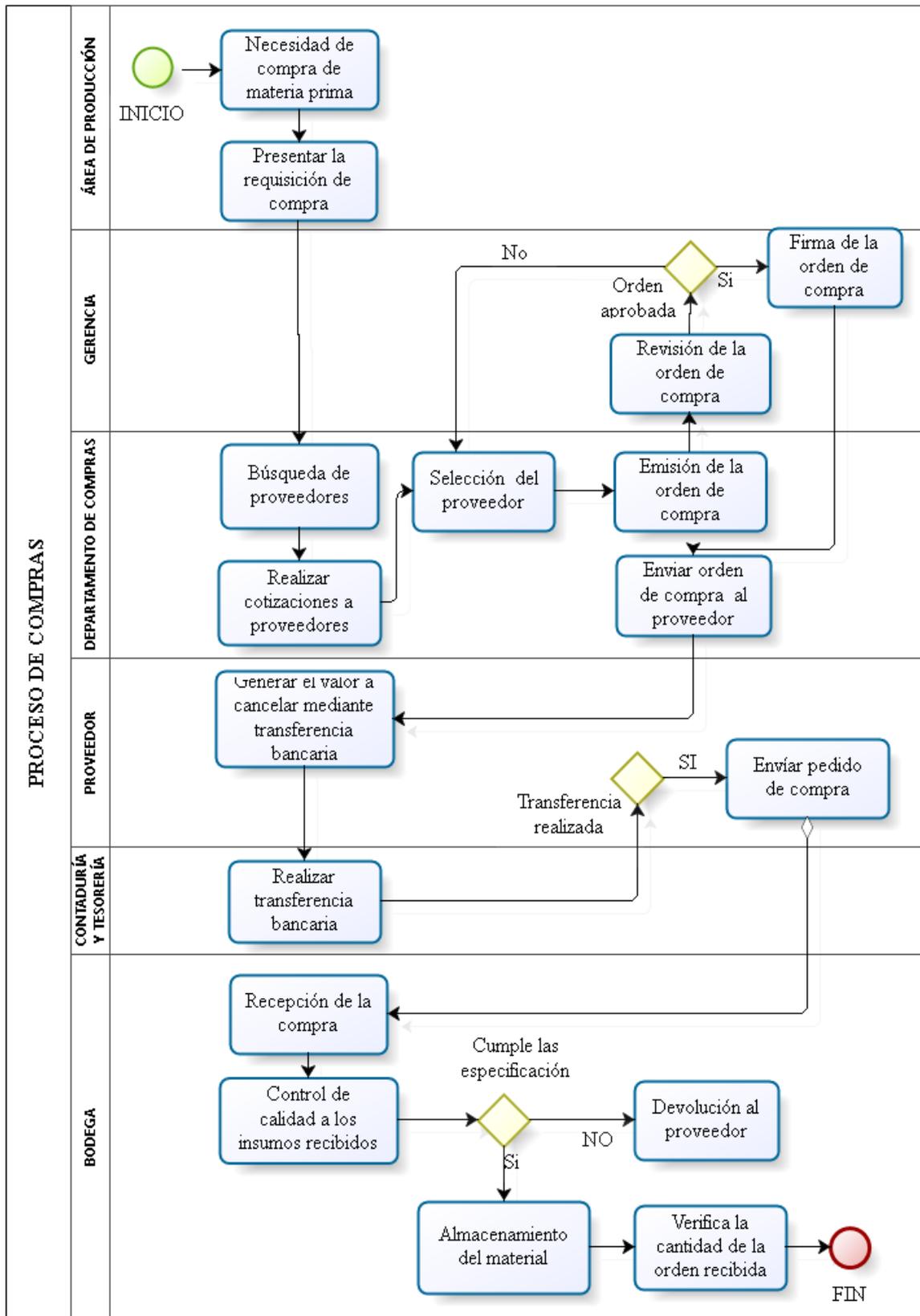


Fig. 20. Compra de materia prima.
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

Producción de alimento balanceado

La producción de alimento balanceado inicia con el pesaje de la materia prima de acuerdo a lo que se especifica en la receta y manteniendo a la vez un estricto control en cuanto a las porciones, se procede al molido de los ingredientes para su posterior mezclado y adición de líquido, para finalmente ser ensacado y enviado a los distintos núcleos para su acopio en los silos y posterior suministro a las aves en los comederos, como se presenta en la Fig. 21 y se representa en las Fig. 22 y 23.

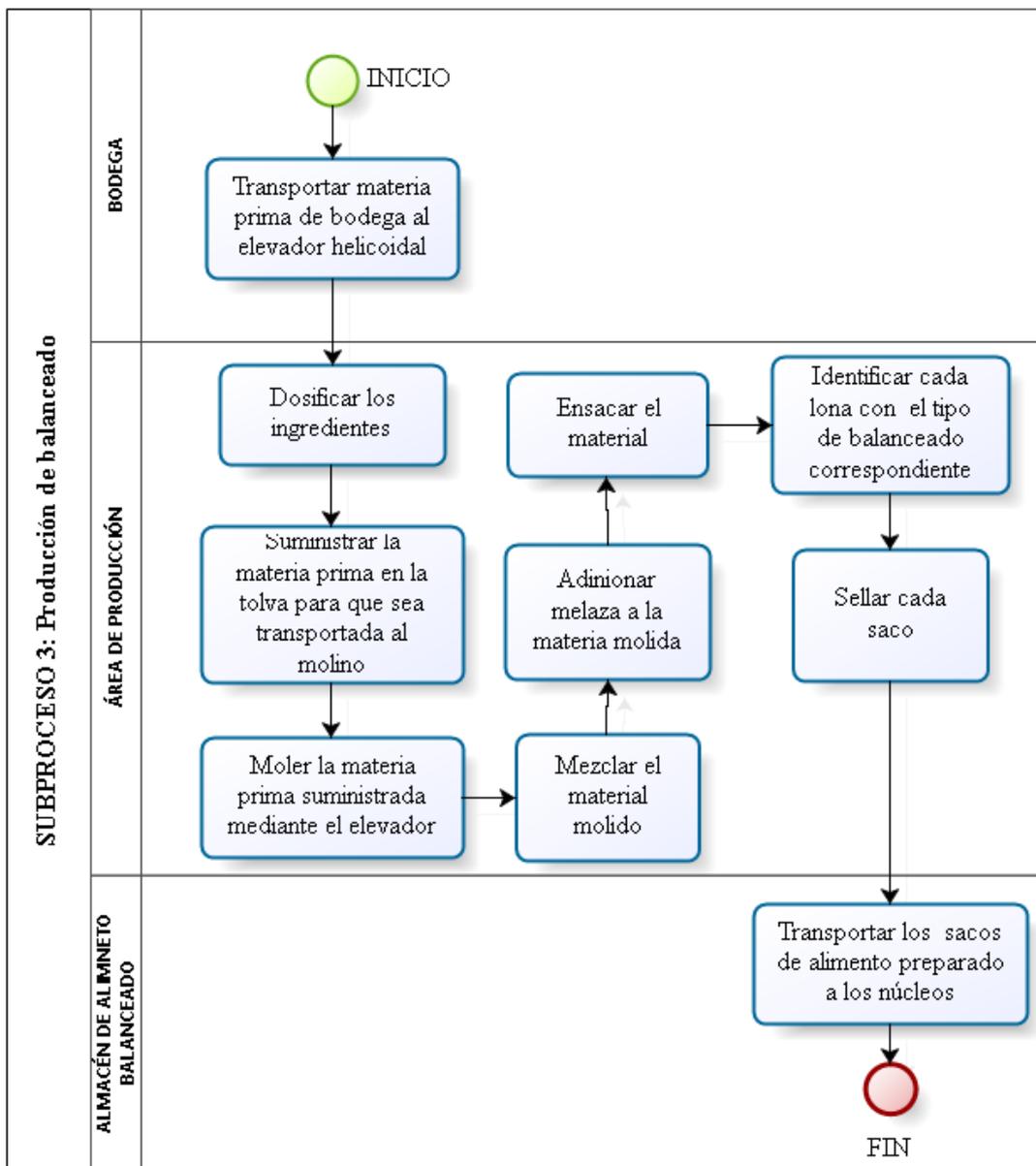


Fig. 21. Producción de alimento balanceado

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez "Cavicente" Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.



Fig. 22. Mezcladora

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavimente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.



Fig. 23. Ensacado del alimento balanceado

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavimente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

A continuación, se presentan en las Fig. 24, 25 y 26, diagramas de recorrido de los tres núcleos de la producción pertenecientes a la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda con el objeto de mostrar los lugares o áreas dónde se llevan a cabo las distintas operaciones, así mismo las rutas para los distintos transportes, materiales y equipos que se puedan emplear para almacenamiento y por último las esperas que se presentan en el proceso de cría y engorde de pollos. Ver Anexo 1 y 2 cursograma sinóptico para guía del diagrama de recorrido. Además se presenta en la tabla 3, el consumo de alimento y agua en cada núcleo.

Tabla 3. Consumo de alimento y agua en cada núcleo.

Núcleo	Galpon	Capacidad instalada (Nº aves)	Cantidad de balanceado (qq)	Consumo de agua (lt)	Tiempo de producción (semanas)
Potreros	1	7500	1133	19750	8
	2	7500	1133	19750	8
	3	7500	1133	19750	8
	4	7500	1133	19750	8
La Cangagua	5	6000	906	15800	8
	6	6000	906	15800	8
	7	6000	906	15800	8
	8	6000	906	15800	8
Santa Rosa	9	16000	2415	42 128	8

Fuente: Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

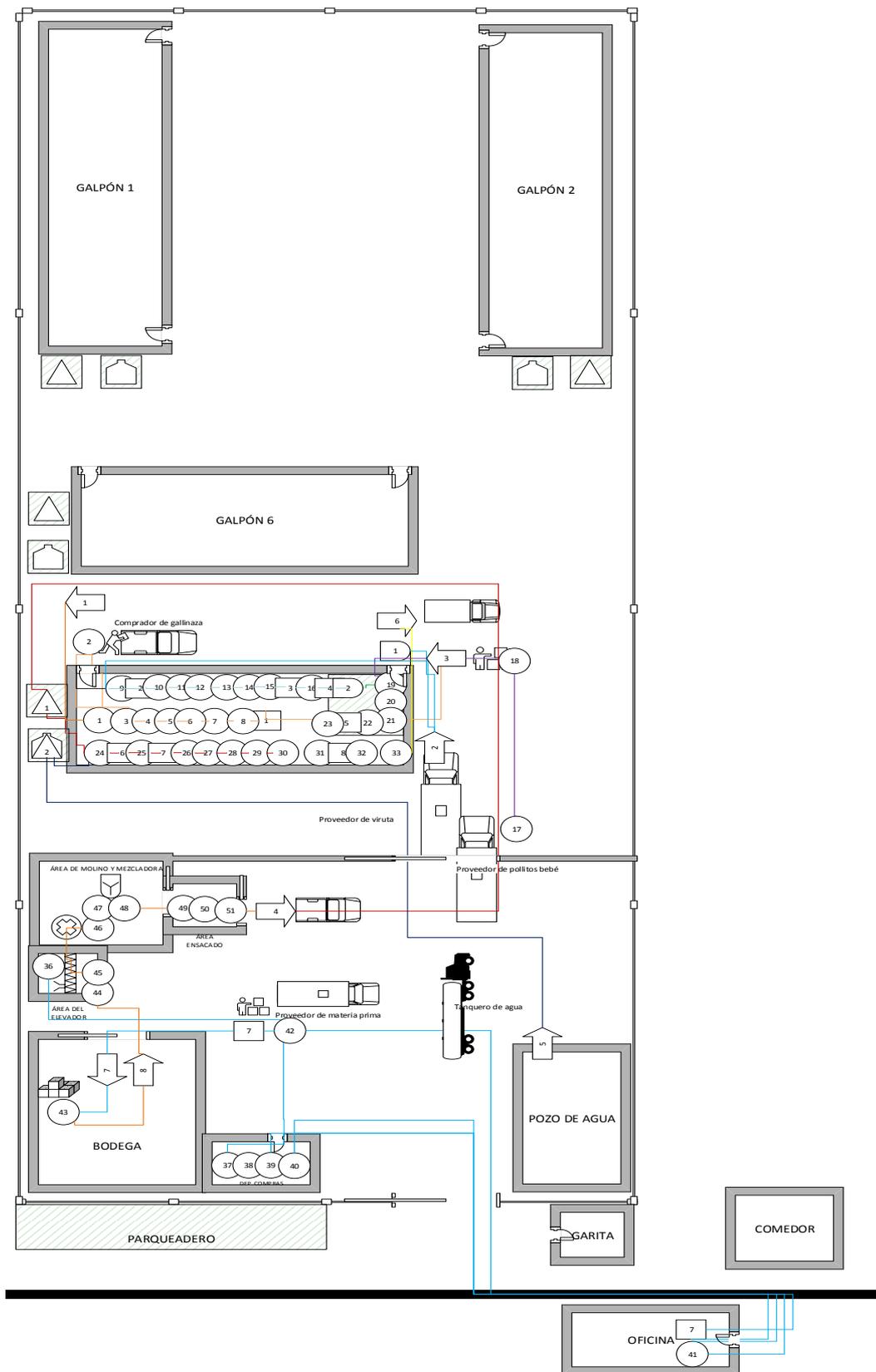


Fig. 24. Diagrama de recorrido 1. Núcleo 2 Potrerillos.
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

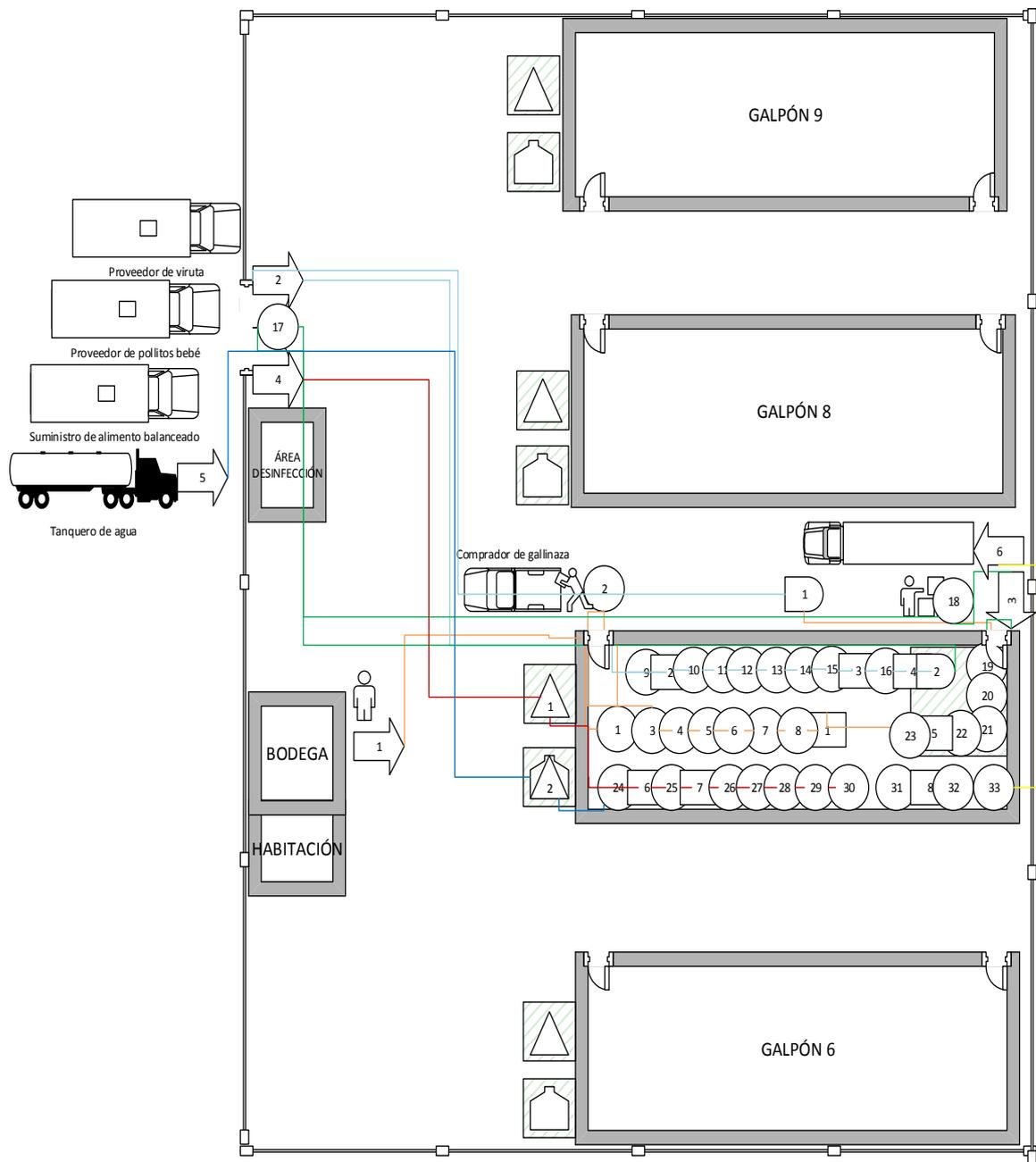


Fig. 25. Diagrama de recorrido 2. Núcleo 1 La Cangagua.
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

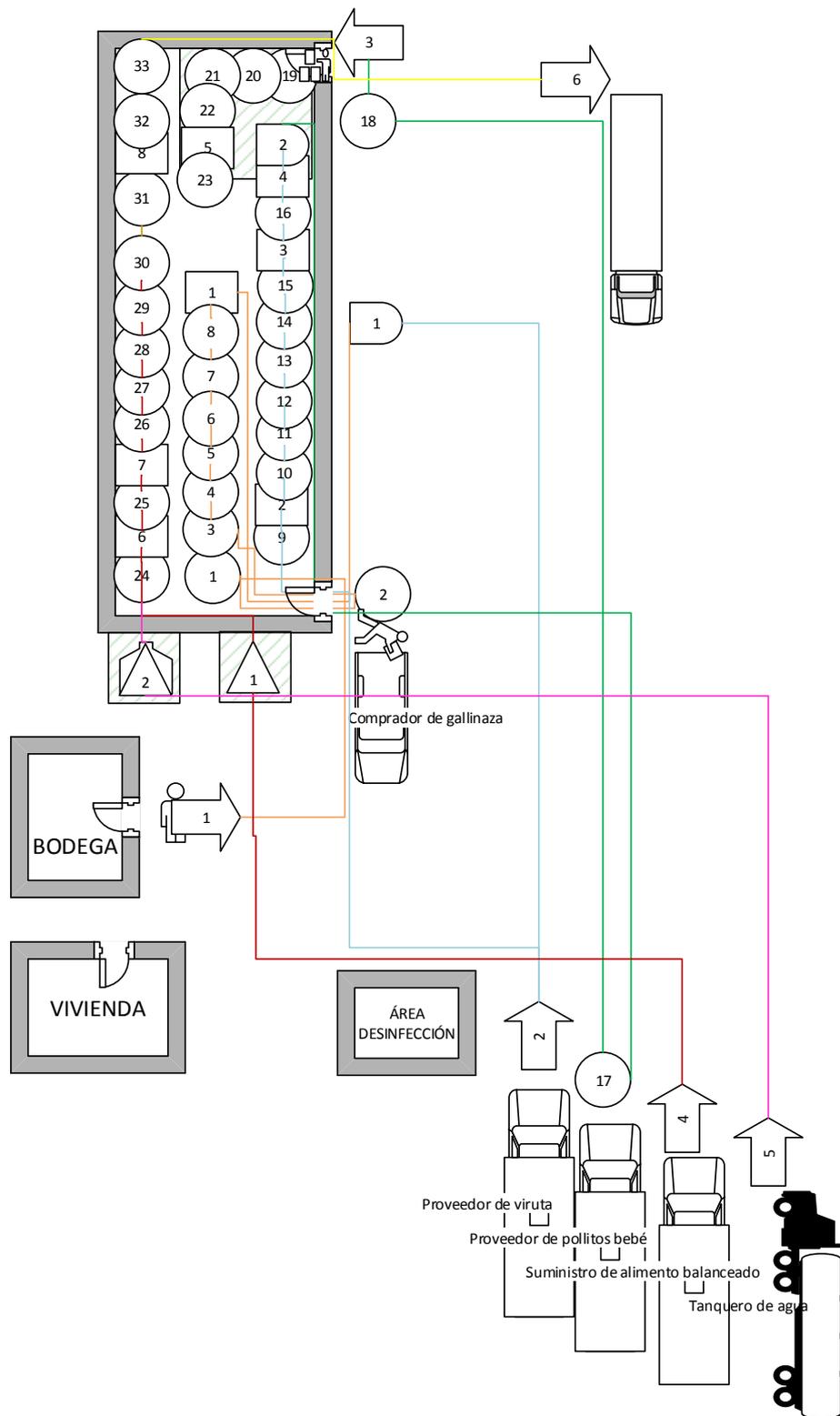


Fig. 26. Diagrama de recorrido 3. Núcleo 3 Santa Rosa.
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

4.4.3. Identificación de residuos sólidos en los procesos productivos

Una vez conocida la cadena productiva de la cría y engorde de pollos se detallan en la Fig. 27, los residuos sólidos que resultan al llevar a cabo las distintas actividades del proceso.

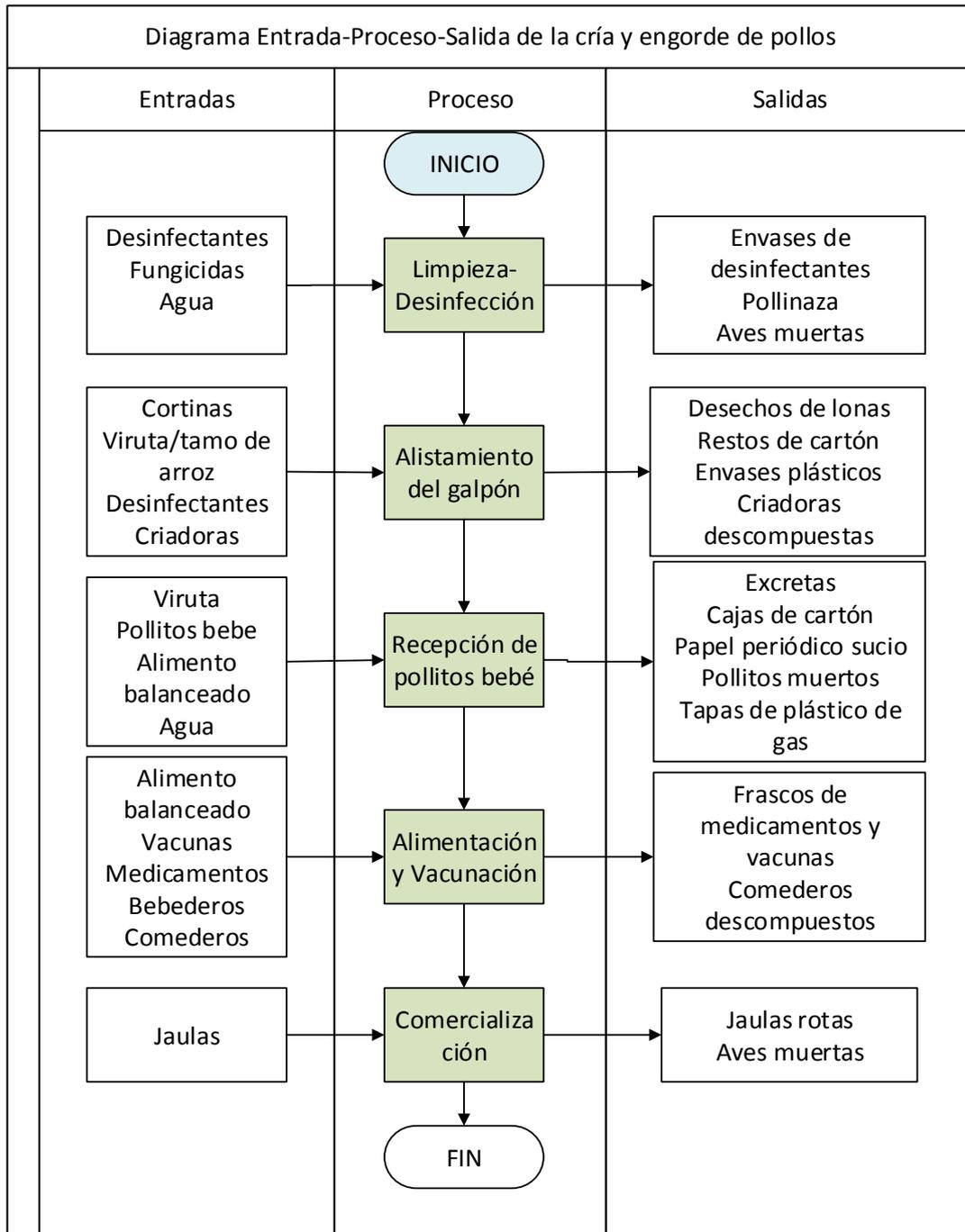


Fig. 27. Diagrama Entrada-Proceso-Salida de la cría y engorde de pollos.
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

4.4.4. Identificación de residuos sólidos por áreas

Los residuos sólidos no sólo se generan por motivo de la cadena productiva de engorde de pollos que se lleva a cabo dentro del galpón, sino también en otras áreas que no se relacionan de forma directa con este proceso, como lo muestra en la Fig. 28.

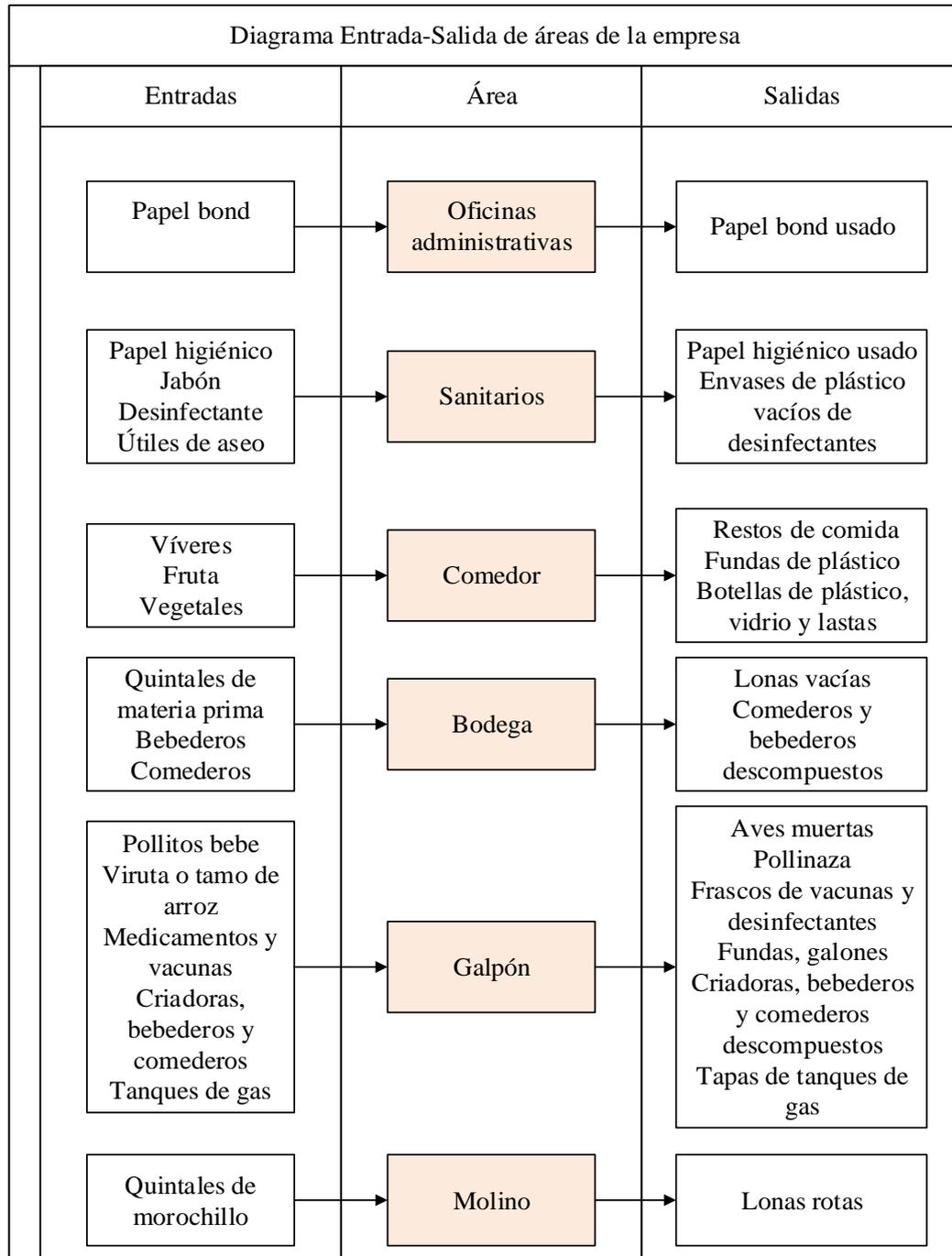


Fig. 28. Diagrama Entrada-Salida de áreas de la empresa.
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

4.4.5. Clasificación de los residuos.

El levantamiento de procesos de la cría y engorde de pollos así como de la elaboración de alimento balanceado y la identificación de las distintas áreas que componen el plantel han permitido reconocer los distintos residuos sólidos que se generan, dado el tipo de explotación avícola, los cuales se separan a continuación en la Tabla , de acuerdo a la clasificación general descrita en la NTE INEN 2841 y a los listados nacionales de sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales presente en el Acuerdo N° 142.

Tabla 4. Clasificación de los residuos sólidos

Tipo de residuo	Residuos identificados
Orgánico/reciclables	Mala hierba Restos de comida y fruta
Desechos	Cartón y papel periódico sucios con excretas Papel higiénico usado Servilletas
Plástico / Envases multicapa	Botellas de plástico Galones Jaulas rotas Envases Lonas de balanceado Tapas de plástico de gas Fundas de plástico Cajas de cartón Papel de oficina
Especiales	Equipo electrónico descompuesto
Peligrosos	Aves muertas Pollinaza Envases de desinfectante Envases de medicamentos Envases de vacunas Focos ahorradores

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

4.4.6. Descripción del manejo y disposición actual de los residuos sólidos

La pollinaza, material que en una primera etapa de limpieza que consiste en su desalojo, queda adherido al piso del galpón y a través de un barrido en seco es posible despegarlo

del piso pero no del todo, este material desprendido se aloja a las afueras de los galpones para su posterior traslado, en ocasiones almacenado en lonas y otras a la interverie con se aprecia en la fig.29. Otros residuos como el cartón y tapas plásticas de los tanques de gas no tienen una disposición específica al momento de su generación, como es posible apreciar en la fig. 30, siendo ubicadas por doquier, hasta un periodo de limpieza total del plantel.



Fig. 29. Pollinaza a la intemperie dentro de las instalaciones de la avícola.
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.



Fig. 30: Residuos sólidos dispersos en el suelo.
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

A continuación se describe en la tabla 5, las prácticas que se llevan a cabo en cuanto a la disposición final de los residuos sólidos en la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda y el medio que resulta afectado por el modo de desecho o aprovechamiento.

Tabla 5. Disposición actual de los residuos sólidos.

Proceso/ Áreas	Residuo Sólido	Disposición	Medio Receptor Del Impacto
Limpieza - Desinfección	Mortalidades	Entierro	Suelo
	Pollinaza	Disperso en cultivos como abono	Atmósfera
	Frascos de desinfectantes	Reciclaje	Ninguno
Alistamiento galpón	Lonas	Reciclaje	Ninguno
	Criadoras descompuestas	Almacenamiento al aire libre dentro de las instalaciones	Impacto visual Atmósfera
Recepción de los pollitos bebé	Cajas de cartón	Reciclaje	Ninguno
	Papel periódico sucio	Relleno sanitario	Atmósfera
	Tapas de plástico de gas	Reciclaje	Ninguno
	Mortalidades	Entierro	Suelo
Alimentación y manejo veterinario	Frascos de medicamentos y vacunas	Reciclaje	Ninguno
	Bebedores y comederos descompuestos	Almacenamiento al aire libre dentro de las instalaciones	Impacto visual Atmósfera
	Mortalidades	Entierro	Suelo
Comercialización	Jaulas rotas	Reciclaje	Ninguno
Oficina	Papel	Reciclaje	Ninguno
Sanitarios	Papel higiénico usado	Relleno sanitario	Ninguno
Comedor	Restos de comida y fruta	Uso doméstico	atmósfera
Bodega	Equipos descompuestos	Almacenamiento hasta su reparación	Impacto visual Atmósfera
Molino	Lonas	Reciclaje	Ninguno

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

Comercialización de la pollinaza fresca y los problemas ambientales que ocasiona.

La venta de la pollinaza se efectúa una vez terminado un lote de aves, permaneciendo en el galpón máximo dos días, lapso de tiempo en el que algún comprador llega por ella, llevándosela en camionetas o camiones cubiertos con fundas plásticas, para su posterior dispersión en los suelos para el cultivo.

A partir de lo descrito anteriormente, se establecen las siguientes problemáticas:

- El sitio de cultivo se convierte en un foco de infecciones al generar malos olores por varios días, además de formar parte de los lugares donde las moscas se reproducen.
- Al transportar la pollinaza en vehículos abiertos a pesar de estar cubiertas con fundas plásticas se corre el riesgo de ir esparciéndola en el transcurso de su traslado, contaminando no sólo el lugar de cultivo.
- Por otro lado, el recurso económico no es bien invertido, no sólo por parte del agricultor, sino también de la empresa misma, al comprar un producto que no garantiza el mejoramiento del suelo y por cuanto es ofertada a mínimos precios para que pueda ser desalojada en el menor tiempo posible.

La eliminación de los residuos citados anteriormente en su mayoría no se han constituido en una problemática para la empresa debido a que se generan en una medida moderada y su disposición final es simple, es decir, gran parte de los casos se envían al relleno sanitario municipal sin mayor trabajo o se entregan a recicladores, excepto para los residuos orgánicos como la pollinaza y las mortalidades, por generarse en gran volumen y ser de rápida putrefacción requieren de un tratamiento especial, que se lleve a cabo al poco tiempo de que se haya producido, caso contrario, la generación de malos olores, presencia de vectores y demás consecuencias es inminente.

4.4.7 Cuantificación de residuos sólidos orgánicos.

Una vez establecido como objeto de estudio los residuos sólidos (pollinaza y aves muertas) debido a sus características cualitativas, se procede a determinar la cantidad que se genera.

Cantidad de pollinaza

Según SESA-CANAVE-IICA, los pollos de engorde bajo condiciones normales de explotación pueden generar en una cama de viruta de madera entre 1 a 2 toneladas de pollinaza por cada 1.000 aves con una humedad del 20% en 45 días [23]; a partir de este enunciado, es posible hacerse una idea aproximada de la cantidad de este material presente en la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Siendo esta variable un parámetro importante cuyo conocimiento es imprescindible para el desarrollo de este proyecto y al no contar con registros de pesaje de este material en la avícola se opta por pesar, a fin de determinar una equivalencia (kg de pollinaza por pollo) que permita establecer la cantidad en cada núcleo.

Metodología empleada:

Se tomó como objeto de estudio un galpón de 10 000 aves, por su disponibilidad para desalojar la pollinaza, al momento de la investigación,

Se tomó en cuenta que el galpón está dividido en partes iguales, como se observa en las Fig. 31 y 32, para medir la cantidad de pollinaza en uno de ellos y multiplicar este valor por el total de espacios.



Fig. 31. Divisiones externas del galpón

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.



Fig. 32. Divisiones internas del galpón.

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

Se empleó una carretilla para desalojar la pollinaza de la sección determinada y se contabilizó las veces que esta se llenó.

Al terminar el desalojo, se pesó el material que llenó la última carretillada utilizando costales y una báscula mecánica, para posteriormente multiplicar este valor por el número de viajes restantes que se realizó.

Se suma además el peso de la pollinaza sobrante, para obtener el peso total de una sección.

Datos:

Medidas del galpón: 66 x 8,2 m.

Medidas de cada espacio: 6 x 8,2 m.

Cantidad de espacios: 11.

Capacidad de aves del galpón: 10 000

Resultados:

Peso de la pollinaza de una carretilla= 70,8 kg.

Cantidad de carretilladas= 33.

Peso de la pollinaza sobrante= 6,5 kg.

- El peso total de la pollinaza por carretilladas se obtiene a partir de la ecuación (1).

Peso total de la pollinaza por carretilladas =

$$\text{Peso de la pollinaza de una carretilla} \times \text{Cantidad de carretilladas} \quad (1)$$

Peso total de la pollinaza por carretilladas= 2336,4 kg.

- El peso total de la pollinaza por espacio se obtiene a partir de la ecuación (2).

Peso de la pollinaza de un espacio = Peso de la pollinaza sobrante +

$$\text{Peso total de la pollinaza por carretilladas} \quad (2)$$

Peso de la pollinaza de un espacio= 2342,9 kg.

- El peso total de la pollinaza en todo el galpón se obtiene a partir de la ecuación (3).

Peso de la pollinaza de todo el galpón =

$$\text{Peso de la pollinaza de un espacio} \times (\text{Cantidad de espacios}) \quad (3)$$

$$\text{Peso de la pollinaza de todo el galpón} = 25771,9 \text{ kg}$$

- La equivalencia kg de pollinaza por pollo se obtiene a partir de la ecuación (4).

$$\text{Equivalencia (kg de pollinaza por pollo)} = \frac{\text{Peso de la pollinaza de todo el galpón}}{\text{Capacidad de aves del galpón}} \quad (4)$$

$$\text{Equivalencia (kg de pollinaza por pollo)} = 2,58$$

A partir de la equivalencia kg de pollinaza por pollo= 2,58 y del conocimiento de la capacidad de aves en cada centro, es posible conocer la cantidad de pollinaza que se genera cada 2 meses, una vez terminado el proceso de cría y engorde de pollos, como lo muestra la tabla 6.

Tabla 6. Cantidad de pollinaza producida en cada núcleo.

Núcleo de producción	Capacidad del centro (aves)	Cantidad de pollinaza (kg)	Lotes que manejan	Cantidad de pollinaza por lote (kg)
Potrerosillos	30 000	77400	De 10 000	25800
La Cangagua	24 000	61920	De 12 000	30960
Santa Rosa	16 000	41280	De 16 000	41280

Fuente: Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

Los resultados obtenidos expresan que en el núcleo 1, se producen en total 77400 Kg de pollinaza y con cada lote de 10 000 aves se obtendrá 25800 Kg de pollinaza, así mismo en el 2 en La Cangagua se genera 61920 Kg de pollinaza y con cada 12 000 pollos, se formarán 30960 Kg de pollinaza y en el 3 Santa Rosa; 41280 Kg de pollinaza.

El resultado sobrepasa lo que se suponía (1 a 2 toneladas de pollinaza por cada 1.000 aves), debido a que las aves permanecen en el galpón hasta 60 días como máximo, esto en función a la ganancia de peso del pollo.

Cantidad de aves muertas

Se toma una muestra del registro de mortalidad de un lote de pollos de cada núcleo (Anexo 3: formato de registro de mortalidad) y se procede a determinar la cantidad promedio de aves que se producen diariamente, así también el índice de mortalidad, como muestra la tabla 7.

Tabla 7. Cantidad promedio diaria de aves muertas

Núcleo de producción	Cangagua	Potrerosillos	Santa Rosa
	Lote 6 000	Lote 10000	Lote 16 000
Nº semana			
1	58	81	119
2	28	59	121
3	84	42	78
4	35	47	93
5	20	62	74
6	15	55	99
7	9	50	86
8	3	33	47
Sumatoria	252	429	717
Cantidad de días del ciclo	52	54	54
Cantidad diaria aves muertas	5	9	14
Índice de mortalidad	4,2%	4,3%	4,5%

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

Los días de cada ciclo varían, en función a la ganancia de peso de las aves en un determinado lote y núcleo, pudiendo ser como máximo 60, para los cálculos se ha

utilizado la cantidad de días especificado en los registros seleccionados, obteniendo los siguientes resultados:

El núcleo de producción de La Cangagua genera en promedio 5 aves muertas diarias en 6000 aves, dado que se manejan lotes de 12000 pollos que son ubicados en dos galpones diferentes se mantienen 2 registros de 6000 y por tanto se darán lugar a 5 aves muertas más, con un índice de mortalidad de 4,2%.

En Potrerrillos, se producen en promedio 9 aves muertas diarias con cada lote de 10000 aves, cuyo índice de mortalidad es de 4,3% y en Santa Rosa, 14 aves muertas diarias, lo que indica un índice de mortalidad de 4,5%.

Finalmente, se puede concluir que en todo el plantel se presenta un índice de mortalidad de 4,33%, obtenido como promedio de los porcentajes individuales.

4.5. Criterios de los actores sobre la presencia y manejo de los residuos sólidos orgánicos en la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

La inadecuada gestión de residuos sólidos orgánicos en la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda. ha generado impactos negativos al ambiente que han causado malestar a las poblaciones aledañas, por tanto, en este punto de la investigación se va a indagar sobre el/los desechos que lo generan, los problemas ambientales que se perciben, la cantidad que se genera y manejo que reciben, para lo cual llevara a efecto una entrevista, una encuesta y observación directa.

4.5.1. Entrevista.

Las preguntas planteadas en la guía de entrevista Anexo 4, aplicada al representante legal de la empresa Sr. Luis Cajamarca, sobre la gestión ambiental de los residuos sólidos en la empresa a su cargo se fundamentan en el Acuerdo No. 061 Reforma Del Libro VI Del Texto Unificado De Legislación Secundaria, Título III del sistema único de manejo ambiental, Capítulo VI Gestión integral de residuos sólidos no Peligrosos, y desechos peligrosos y/o Especiales, en el cual menciona que es necesario realizar un estudio preliminar que consiste en obtener información general del área del proyecto, diagnóstico de la situación actual en referencia a todas las fases de la gestión integral de residuos (minimización de la generación, separación en la fuente, almacenamiento, recolección,

transporte, acopio y/o transferencia, aprovechamiento, tratamiento y disposición final) e investigación de la cantidad y calidad de residuos. A partir de estas consideraciones se genera los siguientes cuestionamientos:

Pregunta 1. Conoce los residuos sólidos que se generan en la cadena productiva que se desarrolla en la productora avícola. Enumérelos

Si, conozco los residuos sólidos que se generan tanto en el proceso productivo de crianza y engorde de pollos como en la elaboración de balanceados. En primer caso puedo mencionar a la pollinaza que se genera al final de la producción de un lote de pollos, las aves muertas que pueden generarse diariamente en cantidades mínimas, las cajas de cartón que se obtienen al llegar los pollitos bebé, el papel periódico sucio pues en los primeros días de la llegada del pollo se utilizan para suministrar el alimento y los frascos de medicamentos y vacunas así como galones o botellas de desinfectantes. Y en cuanto a la segunda cuestión, las lonas son en una parte reutilizadas y en otra enviada al reciclaje.

Pregunta 2. ¿Qué problemas medio ambientales ha percibido Ud. por el tipo de explotación avícola a la cual se dedica la empresa a su cargo?

El problema que he percibido es la presencia de moscas y roedores, pero se ha tomado medidas para su control a través de fumigaciones semanales y la utilización de raticidas.

Pregunta 3. ¿Cuál es la cantidad aproximada de residuos sólidos orgánicos (pollinaza y aves muertas) en toneladas que se producen al terminar un lote?

Aproximadamente en un lote de 10 000 pollos se obtiene 10 toneladas de gallinaza, en cuanto a las aves muertas, se sacan del galpón diariamente y la cantidad y peso son variables.

Pregunta 4. ¿Conoce de leyes, normativas y ordenanzas que regulen la gestión de los residuos sólidos?

No tengo conocimiento de las leyes que regulan la gestión de residuos sólidos en el país, pero cuento con personal que está informado y trabaja para cumplir leyes y normativas ambientales.

Pregunta 5. ¿Tienen planes y/o programas orientados a la minimización de los residuos sólidos orgánicos?

No se han planteado aun, cabe recalcar que recientemente se está trabajando en cumplir normativas ambientales que regulan el manejo de los residuos.

Pregunta 6. ¿Existen procedimientos establecidos para la recolección de los residuos sólidos orgánicos?

No existen procedimientos documentados que describan la forma correcta de efectuar la recolección de los residuos sólidos (pollinaza y aves muertas), simplemente se lleva a cabo con juicio y razón.

Pregunta 7: ¿Dónde se almacenan los residuos sólidos orgánicos provenientes del proceso productivo antes de su desecho?

Pollinaza permanece en el galpón de 1 a 2 días una vez que se haya quedado libre de pollos hasta que personas externan la compren y sea desalojada, en cuanto a las aves muertas, son ubicadas en fundas desechables y metidas en lonas para su protección.

Pregunta 8. ¿Aplica algún tratamiento a los residuos sólidos orgánicos previo a su desecho?

Por el momento no se aplica ningún tratamiento pero se planea realizar compost.

Pregunta 9. ¿Cuál es la disposición final de los residuos sólidos orgánicos?

La pollinaza es vendida a agricultores quienes la riegan en su cultivo para mejorar sus cosechas y las mortalidades son enviadas al relleno sanitario.

Pregunta 10. ¿Considera que es beneficiario invertir en un tipo de tratamiento para los residuos sólidos orgánicos?

Si es beneficiario, pues no solo para el medio ambiente sino también para la empresa ya que es posible obtener ingresos económicos a través de esta actividad.

Pregunta 11. ¿Conoce alternativas de aprovechamiento para los residuos sólidos orgánicos?

Me he informado acerca del compostaje como una forma de aprovechamiento de la pollinaza y aves muertas, y se constituye en una forma sencilla de proteger el ambiente.

Análisis e Interpretación

La entrevista efectuada al gerente permite establecer que es consciente de los residuos sólidos que genera la empresa a su cargo y considera que los de mayor impacto al ambiente y de difícil manejo y tratamiento son la gallinaza y las aves muertas que a diferencia del cartón y frascos de vacunas y detergentes que se pueden enviar a los recicladores, este material no puede ser enviado a los rellenos sanitarios.

Se reconoce que la cadena productiva de la empresa genera problemas ambientales y se menciona a presencia de moscas y roedores como el principal, situación que se da lugar por la gran cantidad de pollinaza que se genera así como la forma de recolección y trato a las aves muertas debido a al desconocimiento las leyes y normativas ambientales vigentes en primera instancia, haciendo que actualmente se busque ajustar a la empresa a lo dispuesto en las reglamentaciones dado el control de las instituciones regulatorias.

La ausencia de procedimientos establecidos tanto para la minimización, recolección, almacenamiento, tratamiento y disposición final ha hecho que se comentan errores y no se efectúe una correcta gestión de desechos sólidos, pues al ser la pollinaza y las aves muertas de fácil putrefacción requieren de un trato especial e inmediato, es por todo esto que la empresa considera muy importante elaborar un plan integral de manejo, control y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos con el objeto de establecer un compromiso ambiental que le permita disminuir su impacto negativo en el entorno y mejor aceptación en el mercado.

4.5.2. Encuesta

La encuesta presente, cuyo formato se encuentra en el Anexo 5, persigue el mismo objetivo que la técnica anterior y se enfocada hacia los trabajadores para sus percepciones en cuanto a los problemas ambientales y los desechos que lo generan, la cantidad que se genera y manejo que le administran. Las respuestas obtenidas se analizan, interpretan y representan estadísticamente a continuación:

1. ¿Considera que la crianza y engorde de pollos a nivel industrial genera desechos que contaminan el ambiente?

Tabla 8. Tabulación pregunta 1

Respuesta	Tabulación	Porcentaje
Sí	6	60%
No	4	40%
TOTAL	10	100%

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

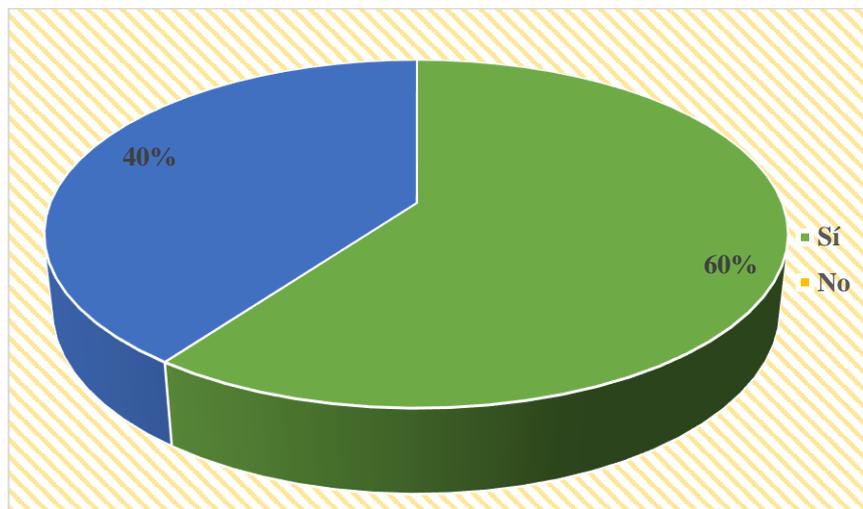


Fig. 33. Gráfico estadístico del resultado pregunta 1

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

Análisis e interpretación

De acuerdo a la Fig. 33, el 60% de los trabajadores indican que la producción en masa de pollos de engorde genera residuos que si contaminan al ambiente y un 40%, no lo considera de esta manera.

Por cuanto no se puede negar que de alguna manera están presentes los problemas ambientales, lo que trae consigo además los sociales y económicos, cuya desatención a futuro puede causar daños irreparables al entorno y hasta el cierre de la empresa.

2. ¿Qué impacto ambiental ha percibido a lo largo del proceso productivo de crianza y engorde de pollos?

Tabla 9. Tabulación pregunta 2

Respuesta	Tabulación	Porcentaje
Aumento progresivo de malos olores	3	62%
Presencia de moscas, roedores, etc.	8	23%
Contaminación del suelo debido a aves muertas		
Generación de aguas residuales		
Malestar de los vecinos	2	15%
Otro		
TOTAL	10	100%

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

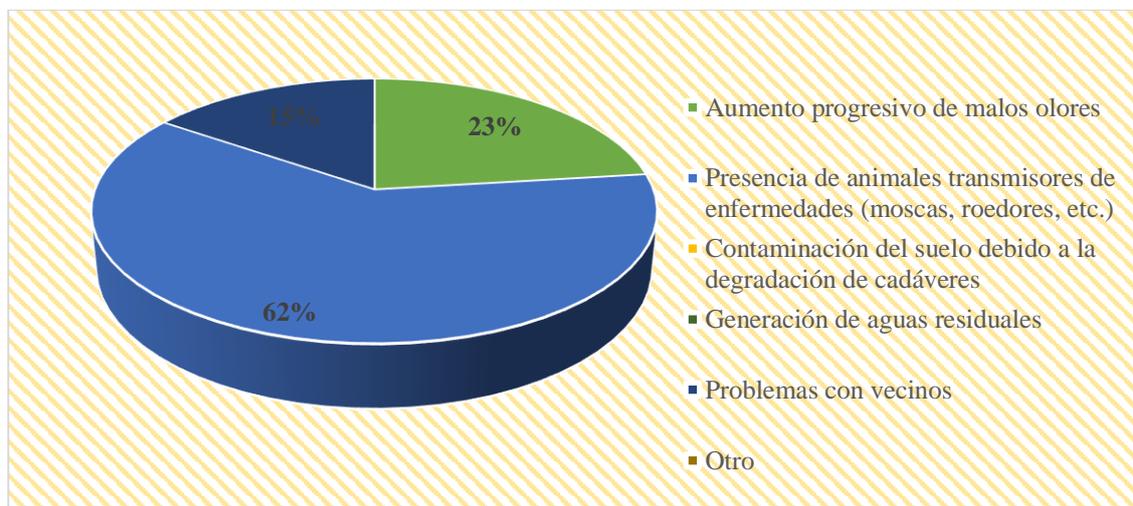


Fig. 34. Gráfico estadístico del resultado pregunta 2

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

Análisis e interpretación

En cuanto a que tipo de impacto ambiental ha percibido a lo largo del proceso productivo que mantiene la empresa, los trabajadores reaccionaron en un 62% que el aumento progresivo de malos olores, es el problema más visible, seguido de la presencia de moscas, roedores, entre otros en un 23%; y como consecuencias de estas dos situaciones se presentan los problemas con vecinos como otro inconveniente en un 15%. Por tanto, se confirma la contaminación del medio por el tipo de explotación avícola, y se predice una posible proliferación de enfermedades.

3. Considera Ud. Que estos impactos ambientales son consecuencia de:

Tabla 10. Tabulación pregunta 3

Respuesta	Tabulación	Porcentaje
Pollinaza	9	90%
Aves muertas	1	10%
Otro		
TOTAL	10	

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

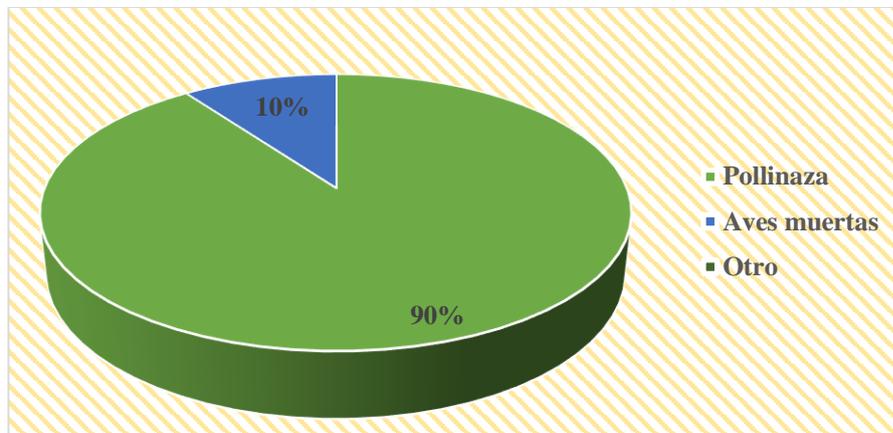


Fig. 35. Gráfico estadístico del resultado pregunta 3.

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

Análisis e interpretación

A cerca de cuál es el factor que ocasiona impactos ambientales como la proliferación de animales transmisores de enfermedades, aumento de malos olores y problemas sociales, los encuestados señalan en un 90% que la pollinaza es el principal causante seguido de las aves muerta en un 10%; contexto que permite evidenciar un inadecuado manejo de éstos residuos, a partir de lo cual resulta necesario considerarlos como objeto potencial de estudio y análisis a fin de minimizar su acción contaminante a través de la aplicación de un tratamiento oportuno que permita a futuro su aprovechamiento beneficiario para las dos partes: ambiente y empresa.

4. Los residuos sólidos orgánicos (pollinaza y aves muertas) se mezclan con otro tipo de desechos.

Tabla 11. Tabulación pregunta 4

Respuesta	Tabulación	Porcentaje
Nunca	7	70%
A veces	3	30%
Siempre		
TOTAL	10	100%

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

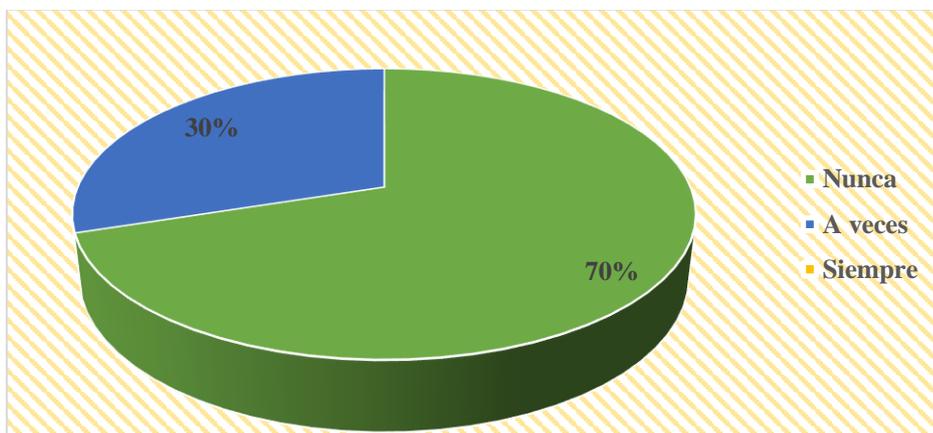


Fig. 36. Gráfico estadístico del resultado pregunta 4.

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador

Análisis e interpretación

Sobre si los residuos sólidos orgánicos (pollinaza y aves muertas) se mezclan con otro tipo de desechos, el personal en un 70% reacciona, señalando que lo mencionado nunca se lleva a cabo, pero una pequeña parte 30%, reconoce que a veces ocurre; esto puede deberse a que no existen procedimientos establecidos para el manejo de desechos con lo cual cada galponero lleva a cabo a su manera distintas tareas en el núcleo de producción a su cargo, llevándolo a cometer errores, a través de lo cual es posible evidenciar la necesidad de un plan de manejo para éstos desechos a fin de establecer lineamientos para la clasificación, recolección y el tratamiento adecuado que deben recibir, y de esta forma obtener a futuro un proceso productivo sostenible.

5. ¿Existe un procedimiento establecido para el pesaje de los residuos sólidos orgánicos?

Tabla 12. Tabulación pregunta 5

Respuesta	Tabulación	Porcentaje
Si		
No	10	100%

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador

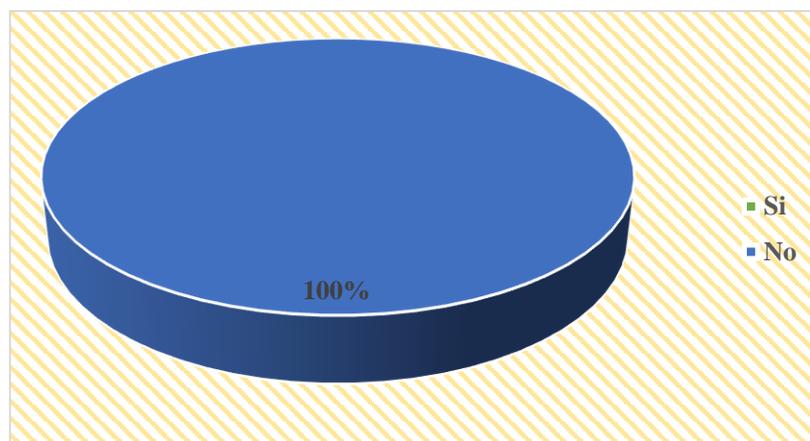


Fig. 37. Gráfico estadístico del resultado pregunta 5.

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

Análisis e interpretación

En cuanto a la existencia de un procedimiento establecido para el pesaje de los residuos sólidos orgánicos, todos los encuestados respondieron que no existe, aspecto que es importante conocer para próximamente poder dimensionar los materiales y equipos necesarios para su recolección; así como, un lugar adecuado para su almacenamiento ya sea solo temporal en el caso de las aves muertas dentro de un núcleo y para la pollinaza, directamente un sitio de tratamiento, con el objeto de cubrir todo este material de desperdicio y no correr con el riesgo de que una parte se quede sin procesar y tenga que ser maneja de forma incorrecta, como se ha venido dando.

6. ¿Existe recipientes debidamente establecidos para almacenar los diferentes tipos de residuos?

Tabla 13. Tabulación pregunta 6.

Respuesta	Tabulación	Porcentaje
Si	7	70%
No	3	30%
TOTAL	10	100%

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador

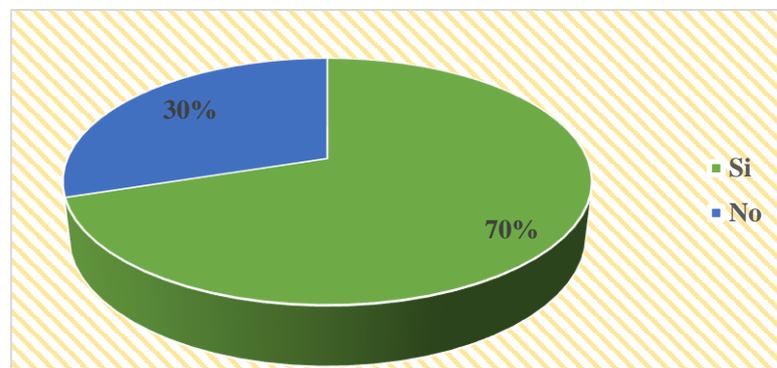


Fig. 38. Gráfico estadístico del resultado pregunta 6.
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

Análisis e interpretación:

Referente a la existencia de recipientes debidamente establecidos para almacenar diferentes tipos de residuos, los trabajadores en su mayoría reaccionaron positivamente, aunque una minoría negó la presencia de estos, situación que se debe a la implementación reciente de contenedores para restos de papel, plástico y desperdicios comunes, existiendo sitios en los cuales aún no se han ubicado, evidenciando que ésta actividad está inconclusa pero se está trabajando poco a poco en la gestión de residuos sólidos aunque por las mortalidades o aves muertas no se esté desplegando mayor labor alguna, siendo uno de las principales fuentes de contaminación al igual que la pollinaza, a diferencia que esta no se genera diariamente y una vez lista para desalojarse del galpón, es recomendable enviarla al sitio de tratamiento directamente y no a un almacenamiento previo.

7. Considera que la recolección de los residuos sólidos orgánicos (pollinaza y aves muertas) es adecuada y toma en cuenta el bienestar ambiental y del trabajador.

Tabla 14. Tabulación pregunta 7.

Respuesta	Tabulación	Porcentaje
Si	5	50%
No	1	10%
A veces	4	40%
TOTAL	10	100%

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

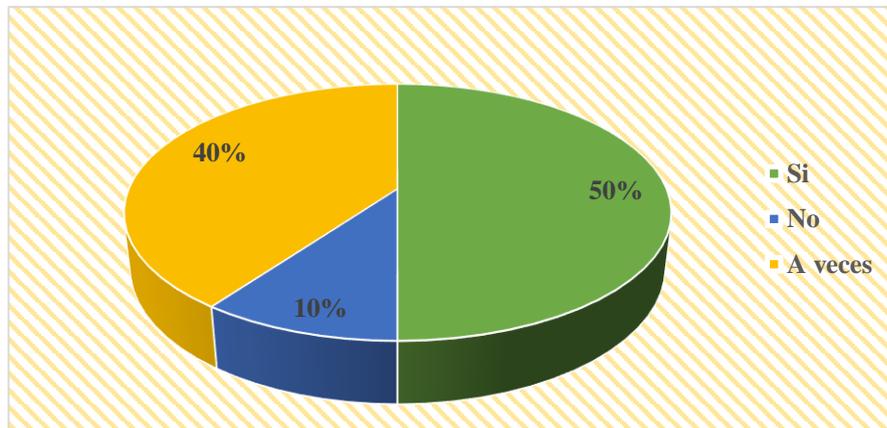


Fig. 39. Gráfico estadístico del resultado pregunta 7.

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

Análisis e interpretación

En lo que concierne a la recolección de residuos sólidos orgánicos (pollinaza y aves muertas), la mayor parte de trabajadores considera que es adecuada y toma en cuenta el bienestar ambiental y del trabajador, pero una minoría ponen en duda este hecho, circunstancias que reiteran que no se está manejando correctamente del todo este tipo de desperdicios, aun para esta primera actividad dentro de la gestión de desechos.

Por tanto, es recomendable la socialización de buenas prácticas avícolas, normativas ambientales que se rigen en el país y el establecimiento de procedimientos para esta fase importante del sistema de gestión integral de residuos.

8. El sitio de acopio de los residuos sólidos orgánicos (pollinaza y aves muertas) cumplen condiciones de protección ambiental y de la salud humana.

Tabla 15. Tabulación pregunta 8.

Respuesta	Tabulación	Porcentaje
Si	8	80%
No	2	20%
TOTAL	10	100%

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

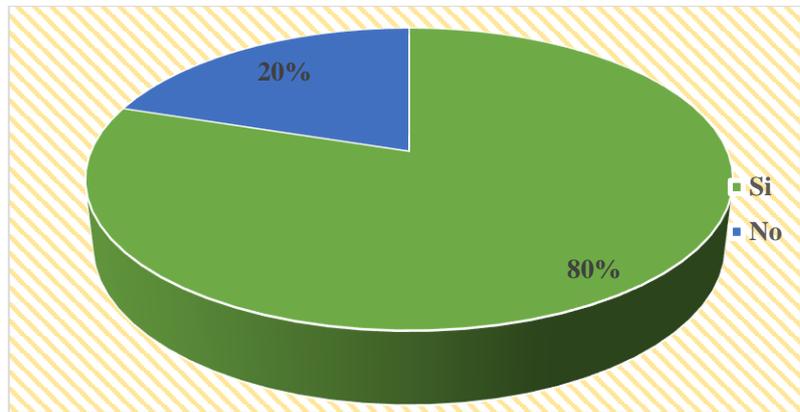


Fig. 40. Gráfico estadístico del resultado pregunta 8.

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

Análisis e interpretación

En cuanto al sitio de acopio de los residuos sólidos orgánicos (pollinaza y aves muertas), los trabajadores responden afirmativamente en su mayoría al hecho de que cumplen condiciones de protección ambiental y de salud humana, en cambio un minoría reacciona negativamente a este planteamiento, este resultado contrario se relaciona con las aves muertas, pues al generarse diariamente y tomando en cuenta que son tres centros avícolas pertenecientes a la empresa, su recolección, transporte y disposición final constituye en una tarea ardua, particular que no sucede con la pollinaza, este residuo se obtiene después de dos meses aproximadamente y en un lapso no mayor a dos días, este sale del plantel sin mayor trabajo.

Por tanto, se hace imprescindible un estudio sobre el almacenamiento de las aves muertas, en el que se defina el tipo de contenedor a emplear, su ubicación, capacidad y manejo e identificación.

9. ¿Cuál es el destino final de los residuos sólidos orgánicos (pollinaza y aves muertas)?

Tabla 16. Tabulación pregunta 9.

Respuesta	Tabulación	Porcentaje
Totalmente vendida sin procesar/ enterradas	10	100%
Una parte es vendida sin procesar y el resto se usa internamente sin procesar como fertilizante		
Todo es procesado y transformado en fertilizante		
TOTAL	10	100%

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

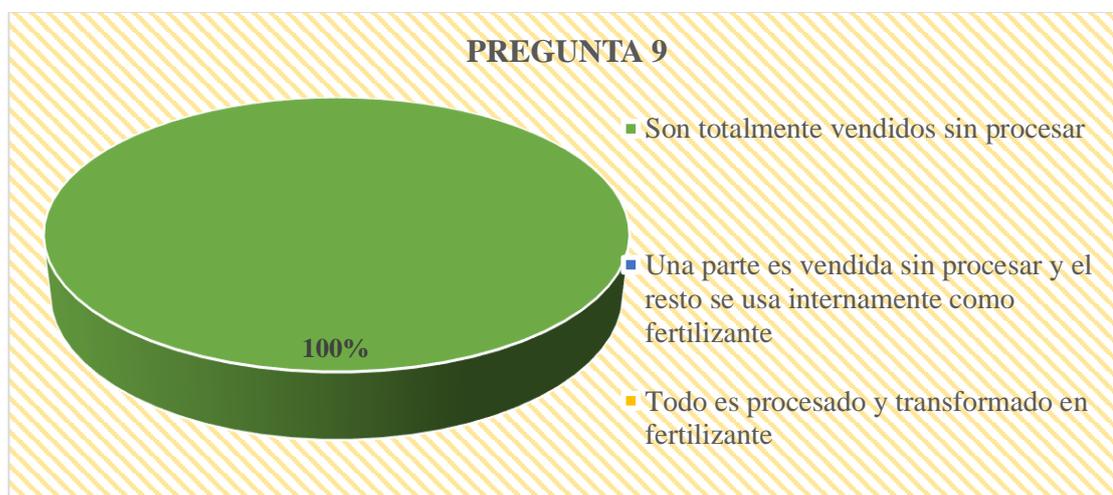


Fig. 41. Gráfico estadístico del resultado pregunta 9.

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

Análisis e interpretación

Ante cual es el destino final de los residuos sólidos orgánicos, todos los trabajadores reaccionaron mencionando que son totalmente vendidos al público en el caso de la pollinaza a agricultores que lo compran y lo usan como fertilizante de forma inmediata y

en cuanto a las aves muertas enterradas, constituyendo esta actividad perjudicial para el ambiente.

Por tanto, resulta necesario implementar un tratamiento a este residuo para luego ser expandido y de esta manera asegurar un buen aprovechamiento para este recurso.

Resultados:

Los impactos ambientales percibidos son principalmente la proliferación de animales transmisores de enfermedades como moscas y roedores, así también el aumento progresivo de malos olores, que traen como consecuencia el malestar en las personas del entorno, estos problemas lo atribuyen en su mayoría a la presencia de pollinaza aunque también se menciona a las aves muertas como otro causante.

Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda. no cuenta con un registro de la cantidad de pollinaza que se va generando en cada lote de aves, siendo esto un aspecto importante que se debe conocer para dimensionar la infraestructura necesaria para su tratamiento, por tanto es recomendable establecer un procedimiento de medición así como de documentación.

Por otro lado, se reconoce deficiencias en la clasificación de los residuos, pues en ocasiones se mezclan unos con otros, así también en la disposición de contenedores, pues dentro de la granja existen sitios donde no se cuentan con ellos y la disposición final que se da a la pollinaza y mortalidades perjudica al ambiente, por tanto se hace necesario estandarizar procedimientos para cada fase del manejo integral de desechos.

4.5.3. Información generada por observación directa.

Violaciones a las leyes ambientales

La problemática que afronta la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda., lo constituye el inadecuado manejo de los residuos sólidos orgánicos, lo que le ha llevado a adoptar formas empíricas de manejo y disposición final que no han sido acertadas ambientalmente, infringiendo normativas como las que se indican a continuación en la Tabla 17.

Tabla 17. Matriz legal ambiental

N°	Ley o Normativa aplicable	Sección/ Capítulo	Artículo	Descripción
1	Constitución de la República del Ecuador,	TITULO II DERECHOS	Art. 14	El manejo incorrecto de la pollinaza y aves muertas ha ocasionado problemas como la contaminación del aire y suelo, situación que infringe la ley e impide vivir en un ambiente sano y deja de lado el interés a cerca de la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.
		Capitulo segundo Derechos del Buen Vivir Sección segunda Ambiente Sano		
		Capítulo séptimo Derechos de la naturaleza	Art. 71 y 72	Además se vulnera el derecho de la naturaleza o Pacha Mama, de que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración.
2	Ley de Gestión Ambiental	TITULO I AMBITO Y PRINCIPIOS DE LA GESTION AMBIENTAL	Art. 2.	La gestión ambiental desarrollada hasta el inicio de la investigación no estaba acorde a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de los desechos.
3	Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental	Capitulo i De la prevención y control de la contaminación del aire	Art. 1	La ausencia de tratamientos apropiados para la pollinaza y aves muertas ha ocasionado que el aire se contamine debido a la generación de malos olores pudiendo ocasionar afecciones en la salud de las personas, animales y plantas como advierte el artículo.
		Capitulo iii De la prevención y control de la contaminación de los suelos	Art. 14	El uso de la pollinaza como abono sin un tratamiento previo y el entierro de las muertas como formas de tratamiento no se sujetan a las regularizaciones ambientales, hecho que genera principalmente la contaminación del suelo

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

Tabla 17. Matriz legal ambiental (Continuación).

N°	Ley o Normativa aplicable	Sección/ Capítulo	Artículo	Descripción
4	Acuerdo No. 061 Reforma Del Libro VI Del Texto Unificado De Legislación Secundaria	TÍTULO III DEL SISTEMA ÚNICO DE MANEJO AMBIENTAL	Capítulo vi Gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, y desechos peligrosos y/o Especiales	La gestión ambiental compuesta por las fases de recolección, transporte, almacenamiento, aprovechamiento y tratamiento, se cumplen en la avícola en un porcentaje mínimo y otros que definitivamente no se tiene idea como llevar a cabo pero que se está investigando para implementarlo.
5	Resolución N° 047 Guía General de Carácter Voluntario, referente a la Adopción y Certificación de Buenas Prácticas Avícolas (BPA).		Art. 22 y 23	La mortalidad al ser ensacada y enviada al relleno sanitario o enterrado, infringe el Art. 22 que recomienda el compostaje como el método más apropiado para el manejo de las mortalidades. Y en cuanto a la pollinaza, que es vendida sin procesar a agricultores menciona en el Art. 23, que debe ser sometida a un proceso térmico antes de su comercialización.
6	Ordenanza para la gestión integral de los desechos sanitarios generados en los establecimientos públicos y privados del cantón Pujili	Capitulo IV De la Gestión Integral en los establecimientos generadores de desechos sanitarios Capítulo V De la Gestión Externa de los desechos sanitarios peligrosos	Art. 14 Art. 25	Las aves muertas se ubican en cualesquier lugar y no en un contenedor de residuos con su respectiva funda roja como dicta el artículo. La ausencia de programas de minimización de residuos dentro de la avícola infringe la normativa.

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

Análisis e interpretación de la lista de chequeo.

Para identificar la situación inicial del manejo de los residuos se elabora una lista de chequeo, considerando la información del Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado De Legislación Secundaria, Título III del sistema único de manejo ambiental, Capítulo VI de la Gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, y desechos peligrosos y/o especiales para la formulación de ítems que permiten evaluar el ambiente en la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

A continuación se muestra en la Tabla 18, la lista de chequeo elaborada, además de los resultados obtenidos:

Tabla 18. Lista de chequeo sobre la manejo de residuos sólidos orgánicos.

Lista de chequeo Para el manejo de residuos sólidos orgánicos			
Fases de la gestión integral de residuos sólidos	Situación		
	Si	No	Parcial
Generación			
1. Existe un plan de minimización de desechos		✓	
Almacenamiento			
2. Las instalaciones son lo suficientemente amplios para almacenar y manipular en forma segura los desechos.		✓	
3. Las instalaciones están separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;		✓	
4. Las instalaciones cuentan con pisos cuyas superficies sean de acabado liso, continuo e impermeable o se hayan impermeabilizado.		✓	
5. Cuentan con señalización apropiada con letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles;		✓	
6. Cuentan con un cierre perimetral que impida el libre acceso de personas y animales.		✓	
7. Los residuos sólidos se disponen temporalmente en recipientes o contenedores cerrados (con tapa), identificados, clasificados, en orden y de ser posible con una funda plástica en su interior.			✓
Recolección			
8. Los operarios recolectan los residuos en su totalidad evitando dejar residuos y lixiviados esparcidos			✓

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

Tabla 18. Lista de chequeo sobre la manejo de residuos sólidos orgánicos (Continuación).

Lista de chequeo Para el manejo de residuos sólidos orgánicos			
Fases de la gestión integral de residuos sólidos	Si	No	Parcial
Transporte			
9. Los equipos de transporte y recolección son apropiados de tal manera que se evite derrames.			✓
10. Se realiza la limpieza, desinfección y mantenimiento de los recipientes, vehículos de recolección y demás implementos utilizados en el transporte.		✓	
Aprovechamiento y/o valorización, y/o tratamiento.			
11. El sistema de aprovechamiento se lo realiza en condiciones ambientales, de seguridad industrial y de salud, de tal manera que se minimicen los riesgos.		✓	
Disposición final.			
12. La disposición final de los residuos se realiza en lugares aprobados por la autoridad competente.		✓	
	PUNTOS	9	3

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

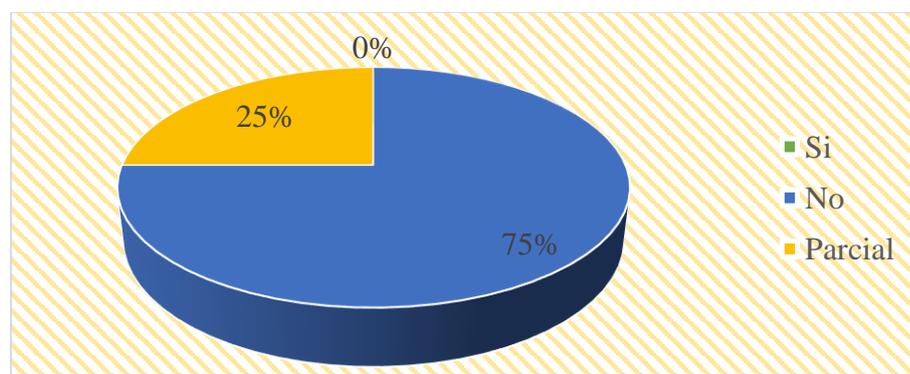


Fig. 42. Gráfico estadístico de la evaluación de la lista de chequeo.

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

Análisis e Interpretación:

Mediante la realización de la lista de chequeos se obtuvo que el 75% de los aspectos planteados no son cumplidos, y apenas el 25% se cumplen pero de una forma parcial como muestra la Fig. 42.

Existe una situación preocupante pues ninguna fase del sistema de manejo integral de residuos se desarrolla en condiciones apropiadas, por tanto es inminente la contaminación del entorno, situación que trae consigo problemas sociales, ambientales y económicos, que en un futuro pueden ser motivo de graves sanciones para la empresa y hasta ocasionar su cierre.

Matriz de análisis DAFO

A partir de la observación directa en cuanto a la gestión de residuos sólidos orgánicos que está llevando a cabo, se presenta a continuación una matriz de análisis DAFO en la Fig. 43, a fin de generar un diagnóstico final y resumido que permita tomar decisiones oportunas que mejoren a futuro el estado del plantel avícola ambientalmente.

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<div style="background-color: #f4a460; border: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <input type="checkbox"/> Protección del ambiente y generación de un reingreso económico para la empresa con el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos a través del compostaje o del biogás.. <input type="checkbox"/> Amplio mercado para la venta de abono a partir de los residuos sólidos orgánicos pues la localidad de la empresa es netamente agrícola. <input type="checkbox"/> Generación de energía alternativa a partir del biogás. <input type="checkbox"/> Oportunidad de ahorro energético y protección ambiental. <input type="checkbox"/> Desarrollo de un plan de manejo, control y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos	<div style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <input type="checkbox"/> Presencia de sanciones por el incumplimiento de normativas ambientales en cuanto al inadecuado manejo de los residuos sólidos orgánicos. <input type="checkbox"/> Mezclado de la gallinaza con papel periódico, siendo este un residuo que se recicla. <input type="checkbox"/> Encontrar apoyo técnico capacitado que instruya adecuadamente el proceso a seguir para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos. <input type="checkbox"/> Haber generado graves secuelas en el entorno de la empresa por la ausencia de un manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos en todo este tiempo.

Fig. 43. Matriz FODA.

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador

FORTALEZAS



- Conciencia del impacto ambiental que genera la empresa por la naturaleza de su proceso productivo.
- Predisposición de la empresa para desarrollar la gestión de residuos sólidos de acuerdo a lo que dictan las normativas ambientales.
- Disponibilidad de infraestructura y terrenos para la compostación de residuos sólidos orgánicos.
- Interés por generar energía alternativa a partir de residuos sólidos orgánicos.
- Presencia de registros de aves muertas.
- Disposición de contenedores para restos de algunos residuos sólidos, excepto para la pollinaza y mortalidades.
- Relaciones de la empresa con recicladores.

DEBILIDADES



- Inadecuado manejo de los residuos sólidos orgánicos.
- Ausencia de un plan de manejo de residuos sólidos orgánicos que plantee procedimientos específicos para la recolección, almacenamiento y tratamiento.
- Procesos productivos no estandarizados ocasionando que la gallinaza y aves muertas terminen siendo más contaminantes.
- Desconocimiento de los dirigentes sobre las normativas que regulan la gestión de residuos sólidos orgánicos.
- Falta de registros de la cantidad de pollinaza que se genera.

Fig. 43. Matriz FODA (Continuación).

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

4.6. Análisis final de resultados.

Problema Vs Oportunidad: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda. enfrenta grandes dificultades para con el manejo de sus residuos orgánicos, pues la generación de altos volúmenes de pollinaza y aves muertas llega a constituirse en un necesidad imperante de saneamiento ambiental, situación que pone a la empresa en riesgo, pues la proliferación de moscas y la generación de malos olores pueden ser motivo de enfermedades que no sólo afecten a los alrededores sino también a

la producción de pollos de engorde, por tanto está en sus directivos la misión de buscar las mejores maneras de manejo de éstos desperdicios de manera que no impliquen un malgaste de recursos y por lo contrario se perciba un reingreso monetario que permita mantener la gestión de residuos, pues una inadecuada decisión puede ocasionar pérdidas económicas para el plantel y hasta su cierre, adversidades que puede evitar con un plan integral de manejo, control y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, en el cual se establezcan lineamientos para la separación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y aprovechamiento, de acuerdo a la normativa ambiental vigente.

4.7. Formulación del plan de gestión integral de residuos sólidos orgánicos.

4.7. 1. Estudio de Alternativas

El siguiente estudio de pre-factibilidad se desarrolla con el fin de analizar la posibilidad de formular alternativas de manejo de la pollinaza y aves muertas para cada componente del sistema de gestión integral de residuos sólidos, a partir del diagnóstico efectuado a la empresa así como de la caracterización de los residuos que genera y en base a los requerimientos de la empresa y su localidad, desde un punto de vista técnico, social, económico y ambiental.

Antes de analizar alternativas para para cada una de las fases de la gestión integral de residuos sólidos, es necesario establecer parámetros importantes y puntuales de la situación actual de la empresa, aspectos que requieren conocerse de forma general para la implementación de un determinado sistema; así tenemos:

- **Tamaño de la granja**

La granja tiene una capacidad total de 70 mil aves distribuidas en tres núcleos de producción, cada una con distintos contenidos y número de galpones.

- **Índice de mortalidad**

El índice de mortalidad en cada núcleo de producción es menor a 5% y mayor al 4%, encontrándose en un rango aceptable.

- **Edad y peso de las aves al sacrificio.**

Las aves permanecen 8 semanas en la avícola alcanzando pesos alrededor de 2,99 Kg.

Sistema de gestión integral de residuos sólidos

A continuación en la Fig. 44, se presenta un esquema de decisión de alternativas de manejo integral de residuos sólidos, posteriormente se amplía cada uno de ellos a fin de establecer un manejo adecuado de la pollinaza y aves muertas.

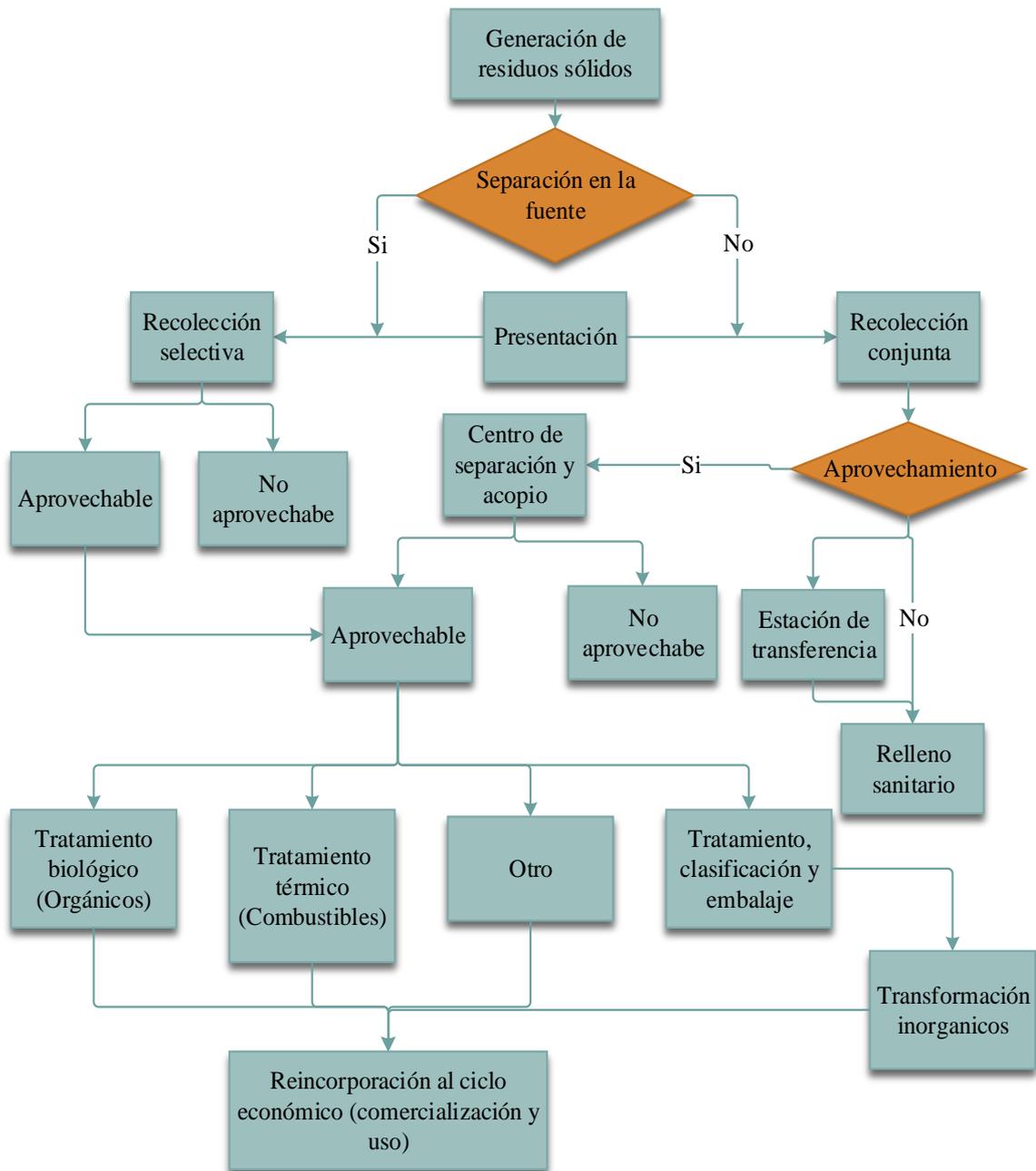


Fig. 44. Esquema de decisión de alternativas de manejo integral de residuos sólidos

Fuente: Alcaldía Municipal de Talaigua Nuevo-Bolívar.

Elaborado por: El investigador.

I. Minimización de la generación

La gestión integral de residuos sólidos avícolas inicia con su minimización en la fuente, situación que es posible realizar en cuanto a la pollinaza, a través de un manejo sanitario de la cama, iniciando con una buena relación cama/deyecciones, verificando que su espesor este entre el rango recomendado (5-10 cm). Además de un control de humedad mediante una buena ventilación en el galpón y evitando fugas de agua, pues si la cama se moja es necesario añadir material seco para evita malos olores.

En cuanto a la reducción de aves muertas, es necesario optimizar los procesos mediante su estandarización, considerando para cada uno de ellos buenas prácticas avícolas, pues su disminución permite mejorar la productividad en la producción de pollos de engorde.

II. Separación en la fuente

Se procede con la separación de los residuos en la fuente definitivamente, ya que durante todo el proceso productivo se da lugar a residuos como papel periódico sucio con excretas en los tres primeros días de vida del pollito, tapas de los tanques de gas en los 30 días de cría, lonas del alimento durante todo el ciclo de producción y aves muertas con una frecuencia diaria; los cuales se deben necesariamente separar al momento de su generación, evitando su mezcla, posible dispersión y compactación con la pollinaza, para lo cual deben ser depositados en recipientes claramente identificados para un tipo determinado de desecho, caso contrario sería difícil su posterior separación.

III. Almacenamiento.

El almacenamiento en cuanto a las aves muertas se puede dar lugar únicamente en recipientes debidamente identificados y que incluya una funda roja. En cuanto a la pollinaza, su primer acopio se debe efectuar en el mismo galpón de su procedencia y posteriormente una vez sanitizado en un lugar impermeabilizado, en el sitio de tratamiento.

IV. Recolección y transporte

La recolección en cuanto a la pollinaza se puede realizar de forma manual, semi mecanizada y mecanizada, de forma que su desarrollo no de origen a afecciones a la

salud de las personas y el medio ambiente, pero debido al diseño de los galpones que impiden el ingreso de alguna maquinaria, se tiene como única alternativa el manejo de residuos con herramientas manipuladas por trabajadores. En cuanto a las aves muertas, su traslado se realizara en contenedores con tapa y transportadas en camiones debidamente sellados para ambos casos.

VI. Tratamiento y Aprovechamiento

Se presentan a continuación alternativas de aprovechamiento de la pollinaza y aves muertas, con las cual se espera reducir el impacto negativo que provocan en el ambiente dada la naturaleza de explotación de la avícola y porque no, obtener un reingreso económico a la vez, ya sea a través de tratamientos orgánicos o sistemas de generación de energía, para este fin se plantean las siguientes alternativas:

- **Alternativas para el aprovechamiento y tratamiento**

A partir del conocimiento de la normativa ambiental ecuatoriana específicamente la Guía de Buenas Prácticas Avícolas Resolución Técnica N° 0017, se establece que el tratamiento de la mortalidad será el compostaje y de la pollinaza, a través de procesos de transformación térmica con el objeto de eliminar factores que afecten negativamente al ambiente, se propone el compostaje y la biodegradación, como alternativas y se analizan a continuación

Alternativas para el aprovechamiento de la pollinaza.

Tratamiento de orgánicos.

Alternativa 1: Aprovechar la pollinaza a través del compostaje.

Análisis:

La pollinaza tradicionalmente se la ha aplicado directamente al suelo como fertilizante y mejorador de suelos con buenos resultados prácticos para los agricultores. Sin embargo, por su alto contenido de nitrógeno puede servir de sustrato a la cría de moscas y generar malos olores, por tanto debe ser tratada previo a su uso agrícola [24].

El aprovechamiento de la pollinaza a través de la elaboración de abono constituye una alternativa adecuada para el manejo ambiental además, un excelente componente para la fabricación de abonos orgánicos (compost), pues presenta una mayor contribución

nutricional para los suelos a diferencia de la composta de bovinaza y el lombricompost, [25].

La utilización de la pollinaza como abono para cultivos resulta ser una opción muy recomendable debido al bajo costo que representa, y a lo rico de la mezcla en nutrientes. Entre los beneficios del uso de compostaje, se resalta [24]:

- No genera olores, ni atrae moscas.
- Amable con el medio ambiente.
- Producción de un fertilizante orgánico con alto valor económico.

Demanda real existente de compost

Acerca de la demanda de compost no se tiene registro alguno, pero es posible hacer referencia a los datos que el INEC expone a través de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, a partir de cual se conoce que a nivel nacional 396 619,68 hectáreas usan fertilizantes orgánicos, lo que representa al 16,22% del total de la superficie de cultivos permanentes y el 11,98% de los cultivos transitorios, para lo cual se presenta a continuación una gráfica estadística que muestra las proporciones de utilización de los distintas formas de fertilización orgánica [26].

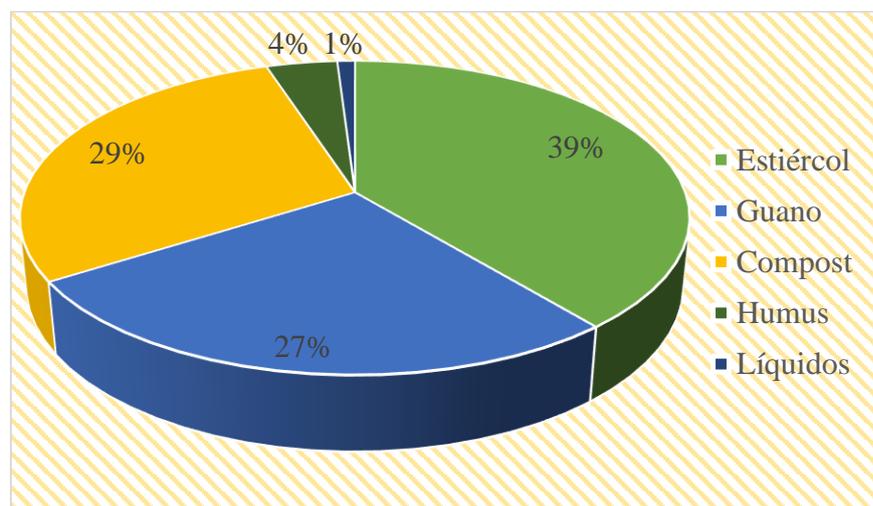


Fig. 45. Proporciones de uso de formas de fertilizantes orgánicos.

Fuente: INEC- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2014.

Elaborado por: El investigador.

A partir del gráfico estadístico en la Fig. 45, es posible observar que el estiércol es el material que más se emplea para la fertilización de cultivos, a pesar que este material requiere ser tratado, pero seguidamente sin una diferencia extrema está el compost, cuya proporción de uso

demuestra que puede llegar a ser una gran competencia en el mercado, sólo se requiere darlo a conocer más ampliamente.

Demandantes del producto.

El área de influencia se caracteriza por ser netamente agrícola y florícola, cuyas siembras características son las de trigo, cebada, maíz, alverja, papas y todo tipo de hortalizas así como cultivos en invernadero y de acuerdo al Art. 58 de la Guía de Buenas Prácticas Avícolas Resolución Técnica N° 0017, que sugiere emplear la pollinaza como abono en cultivos agropecuarios, después de ser desinfectadas y sujetas a descomposición, se determina que sus mayores demandantes podrían ser personas y empresas del sector, ya que en su entorno un poco distante se encuentran empresas como Nevado Ecuador que opera en la finca Monterrey y se destinada al cultivo de rosas, Merizalde&Ramos, dedicada a los claveles, además de la institución Nintangá S.A. que produce brócoli a gran escala y pequeñas asociaciones que trabajan en la siembra de vegetales y legumbres.

Consideraciones para la implementación de un sistema de compostaje de pollinaza [26].

Ubicación:

- Debe instalarse en un sitio ventilado, cercado con malla y techo para evitar el ingreso de animales.
- Estar lo más alejada de los galpones.
- Se debe considerar las vías de acceso.

Infraestructura de la planta: se encuentra en relación directa con la cantidad de residuos a procesar y los equipos a emplear; dado que la pollinaza se genera en gran volumen, se hace necesario emplear sistemas mecánicos e instalaciones acordes a las consideraciones anteriores.

Equipos: por las características y volumen de generación de la pollinaza, las operaciones para el compostaje serán grandes y por tanto la implementación de este proceso exige la inclusión de sistemas mecánicos de aireación.

Mano de obra: se requiere personal competente y operadores para los distintos equipos.

Ventajas y desventajas del proceso de compostaje de la pollinaza

El proceso de compostaje de la pollinaza analizado desde el punto de vista técnico, ambiental, social y económico trae consigo ventajas y desventajas que se detallan en la tabla 19.

Tabla 19. Ventajas y desventajas del proceso de compostaje

Punto de vista	Técnico	Ambiental	Social	Económico
Ventajas	-Mano de obra mínima	-Reducción del volumen de residuos. -Evita la presencia de malos olores y la proliferación de vectores	-Fomenta la participación de otras empresas en actividades de protección del medio ambiente -Impulsa valores de responsabilidad, respeto y convivencia con la naturaleza	-Revaloriza el residuo -Bajos costos de operación. -Existe mercado para el producto.
Desventajas	-Encontrar un terreno que brinde todas las facilidades para la compostación. - Proceso lento, debido al clima frío.			- Considerable inversión inicial.

Fuente: Federación Nacional de Avicultores de Colombia y Universidad Central del Ecuador.

Elaborado por: El investigador.

A través de la tabla 19, se puede evidenciar que para emprender el proyecto de compostaje se requiere de una inversión considerable, especialmente en infraestructura, adecuaciones y equipos, pero el costo de operación resulta menor, ya que la materia prima no cuesta nada y además se requiere una mano de obra mínima. Por otro lado, dado que el clima del sector es frío impide que la materia alcance pronto altas temperaturas que permiten el proceso de compostaje, lo que se convierte en otra dificultad.

Sistema de aprovechamiento energético

Alternativa 3: Aprovechar la pollinaza a partir de biodigestores,

Análisis: Constituye un sistema interesante y poco ejecutado en el sector avícola el aprovechamiento de la pollinaza para producir en primera instancia un recurso energético, con lo cual, se percibe grandes beneficios tanto ambientales como económicos, pues su desarrollo hace que el consumo de energía eléctrica en iluminación, que es para lo que se necesita en la industria avícola se minimice, así también el uso de gas licuado de petróleo empleado en gran medida para las criadoras, artefactos destinados para la calefacción del ambiente en los primeros 15 días de vida del pollito [20]. Por otro lado, además de obtener como producto principal el biogás, como subproducto se obtiene el bioabono, recurso muy utilizado en cultivos agrícolas para su mejora; a partir de lo antepuesto, es posible evidenciar como esta alternativa permite obtener mayor beneficio en comparación de las demás y esto a partir de un solo proceso.

Demanda de energía en la empresa.

Los datos recolectados durante el periodo julio - diciembre del año 2016 del consumo eléctrico y costos del núcleo ubicado en Potrerillos, dónde existe mayor demanda de energía eléctrica por la planta de producción de alimento balanceado, se exponen en la tabla 20, a fin de establecer un consumo y gasto promedio mensual.

Tabla 20. Consumo de energía eléctrica de la granja Potrerillos durante el año 2016.

Mes	kWh/mes	Valor (\$)
Julio	1682	213,13
Agosto	1383	164,54
Septiembre	1762	204,6
Octubre	1502	177,82
Noviembre	1933	222,21
Diciembre	1393	165,75
Sumatoria	9655	1148,05
Promedio	1609,17	191,34

Fuente: ELEPCO S.A.

Elaborado por: El investigador.

Resultando que mensualmente en promedio se consume 1609,17 kWh/mes y diariamente 53,64 kWh, incurriendo en un gasto que está alrededor de \$191,34 mes a mes.

Potencial energético de la avícola

A partir de la siguiente información:

- 1 kg de pollinaza produce 0,049 m³ de biogás y 1 m³ equivale aproximadamente a 2 kWh de energía eléctrica [27].

Se establece el potencial energético de la avícola como se presenta a continuación en la tabla 21 para los tres centros de producción, considerando que cada lote cumple un ciclo de 60 días.

Tabla 21. Potencial energético de cada núcleo de producción.

Núcleo de producción	Cantidad de pollinaza por lote (kg)	Biogás diario (m3)	Energía eléctrica diaria (kWh)
Potrerillos	25800	1264,2	2528,4
Cangagua	30960	1517,04	3034,08
Santa Rosa	41280	2022,72	4045,44

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

La pollinaza generada en el centro de producción de Potrerillos es suficiente para cubrir su propia demanda eléctrica y además existe excedentes que puede ser comercializado por parte de los núcleos restantes, aunque aún no se considera que proporción de pollinaza se destinará al compostaje con las aves muertas.

Características para la implementación de un sistema de biodigestión de pollinaza.

Ubicación [28]:

- Cerca al lugar de generación de materia prima y al sitio dónde el biogás será utilizado, para evitar gastos en su transportación.
- Distante de fuentes de agua.
- Situarse en un lugar cálido para facilitar la fermentación de la materia, en climas ríos, el proceso es lento.

Instalaciones [29]:

- Requiere grandes estanques de recolección y almacenamiento contruidos de ladrillo u hormigón.
- Usan sistemas de bombeo para mover el material orgánico de los estanques de recolección hacia los biodigestores y el biofertilizante de los digestores hacia los tanques de almacenamiento.

Ventajas y desventajas del proceso de biodigestión de la pollinaza.

El aprovechamiento de la pollinaza a través de un biodigestor analizado desde el punto de vista técnico, ambiental, social y económico trae consigo ventajas y desventajas que se detallan en la tabla 22.

Tabla 22. Ventajas y desventajas del aprovechamiento de la pollinaza a través de biodigestores.

Punto de vista	Técnico	Ambiental	Social	Económico
Ventajas	-Fácil instalación y manejo -Genera un subproducto utilizable como abono -Se puede generar calor, luz y electricidad	-Fuente de energía renovable con alto poder energético	- Fomenta el desarrollo de proyectos energéticos en sector rural -Fomenta la creación de industrias agrarias, lo que da lugar a nuevas plazas de trabajo en zonas rurales	-Minimiza el consumo de energía eléctrica -Costos medios de operación y mantención
Desventajas	-Requiere espacios amplio, estar alejada y contar con servicios básicos -Proceso lento -Requiere personal capacitado			-Costos elevados de construcción

Fuente: Universidad de Chile- Universidad de Antioquia.

Elaborado por: El investigador.

La biodigestión al igual que el compostaje muestra limitantes por el clima frío, lo que ocasiona que estos procesos sean lentos, así mismo ambos son una excelente solución a la disposición final de la pollinaza, aunque la alternativa presente requiere de una elevada inversión, pero así mismo se percibe la obtención de dos productos: biogás y abono, por los cuales se puede conseguir un provecho económico además de autonomía energética que es lo más sobresaliente de esta propuesta.

VII. Disposición final

La disposición final de la pollinaza ya sea mediante compostaje o biodigestores se aprovechará por completo a través de recursos que la propia empresa planea dirigir para este fin, pues no se conoce de alguna institución en el sector que ofrezca el servicio de manejo de residuos avícolas, así mismo con las mortalidades, que dado el contexto la única alternativa de aprovechamiento es a través del compostaje.

Evaluación de alternativas

- **Criterios de evaluación**

La evaluación de alternativas consiste en una comparación técnica, económica, social y ambiental de cada una de ellas a fin de seleccionar la más conveniente a través de un cuadro comparativo.

Los criterios para comparar las alternativas se muestran en la tabla 23, en donde la columna denominada explicación amplía la información a lo que hace referencia el indicador y en la parte de consideraciones, se mencionan los juicios que debe tomar en cuenta para calificar de acuerdo a los pesos asignados, los cuales fueron establecidos en función al riesgo que se toma con cada uno de ellos y al número de criterios del factor.

Tabla 23. Factores para comparar alternativas de Tratamiento y aprovechamiento.

Factor	Explicación	Consideraciones	Peso
TÉCNICO			40%
1 Disponibilidad de terreno	Lugares aptos disponibles	lugares disponibles	10%
2 Complejidad operativa	Nivel de dificultad en el manejo	bajo alto	10%
3 Utilidad del producto generado	Aplicabilidad del producto en distintos ámbitos	una sola aplicación o más	10%
4 Nivel de optimización de los residuos avícolas orgánicos	Nivel de aprovechamiento y beneficio que el proceso planteado permite obtener.	bajo alto	10%
AMBIENTAL			20%
5 Nivel de reducción del negativo impacto ambiental que generan los residuos avícolas	Limitantes del sistema de tratamiento seleccionado que impidan disminuir completamente la contaminación de aire, suelo y agua.	bajo medio alto	
SOCIAL			20%
6 Fomento hábitos positivos en la sociedad	Nivel de impacto en la sociedad: oportunidades de desarrollo social que el proyecto de tratamiento de residuos avícolas.	bajo medio alto	
ECONÓMICO			20%
7 Costos de Inversión y operación	Costos que se dan para que el proyecto inicie su marcha mientras que el otro permite que el proyecto funcione día a día hasta el final de su vida útil. Y mientras menores sean menor es la necesidad de financiamiento.	bajo medio alto	

Fuente: Alcaldía Municipal de Talaigua Nuevo-Bolívar.

Elaborado por: El investigador.

Valoración de los factores.

La evaluación de alternativas se lleva a cabo para la fase de tratamiento y aprovechamiento del sistema de gestión integral, como se observa en la tabla 24.

Tabla 24. Valoración de los criterios aplicados a la fase de tratamiento y aprovechamiento

Factor	Unidad	Peso	Valoración 1	Alternativa 1: Compostaje	Valoración 2	Alternativa 2: Biodigestión
TÉCNICOS						
1 Disponibilidad de terreno	% lugares disponibles	10%	5%	Dado que el terreno debe cumplir con características como estar alejada de poblaciones pero cerca a los núcleos de Santa Rosa y Cangagua, la disponibilidad de espacio es menor.	10%	Bebido a que el terreno está condicionado por un solo lugar, debe estar cerca al núcleo de Potrerillos, la disponibilidad de espacio es mayor a comparación del compostaje.
2 Complejidad operativa	bajo medio alto	10%	10%	La tarea no es complicada, pero es netamente manual que requiere de controles sencillos de temperatura y mano de obra fuerte.	5%	Se requiere de conocimientos técnicos para realizar los controles necesarios aunque el personal es mínimo, pues se emplea maquinaria.
3 Utilidad del producto generado	una sola aplicación 2 o más	10%	2,5%	A través del compostaje es posible obtener un solo producto cuya única aplicación es como fertilizante de suelos.	10%	Mediante la biodigestión se obtiene biogás cuya utilidad se amplía pudiendo usarse para generar electricidad, calor, iluminación y potencia mecánica.

Fuente: Alcaldía Municipal de Talaigua Nuevo-Bolívar.

Elaborado por: El investigador.

Tabla 24. Valoración de los criterios aplicados a la fase de tratamiento y aprovechamiento (Continuación)

Factor	Unidad	Peso	valoración	Alternativa 1: Compostaje	Valoración	Alternativa 2: Biodigestión
			1		2	
4 Nivel de optimización de los residuos avícolas orgánicos	bajo alto	10%	1%	Además de obtener fertilizante no es posible obtener otro beneficio material.	10%	Este proceso permite obtener un beneficio adicional como es el bioabono a modo de subproducto
AMBIENTAL						
5 Nivel de reducción del impacto ambiental negativo que generan los residuos avícolas	bajo medio alto	20%	20%	Reducción del volumen de residuos y la contaminación, del agua, aire y suelo.	20%	Reducción del volumen de residuos y la contaminación, del agua, aire y suelo
SOCIAL						
6 Fomento hábitos positivos en la sociedad	bajo medio alto	20%	10%	Alienta a los agricultores del sector a seguir cultivando al proporcionar un fertilizante nutritivo y a bajo precio.	20%	Estimula a las comunidades rurales a generar su propia fuente energía a través de materia orgánica al observar el ejemplo de la avícola
ECONÓMICO						
7 Costos de Inversión y operación	bajo medio alto	20%	20%	Los costos son bajos, requiere invertir en su mayoría en mano de obra y herramientas manuales así como en combustible para calefacción	6.67%	Presenta costos elevados en la construcción de infraestructura y costos medios de operación y ,mantenimiento
SUMATORIA			73,5%		81.67%	

Fuente: Alcaldía Municipal de Talaigua Nuevo-Bolívar.

Elaborado por: El investigador.

Resultados de la evaluación: se evaluaron las alternativas de tratamiento y aprovechamiento de la pollinaza de acuerdo criterios: técnicos, ambientales, sociales y económicos, seleccionándose como alternativa más viable la biodigestión. Y en cuanto a las aves muertas se tiene como única opción su compostaje.

4.7. 2. Programas del plan de gestión integral de residuos sólidos orgánicos.

En esta etapa se presenta el diseño final de la alternativa viable para cada fase del sistema de gestión integral de los residuos sólidos orgánicos.

Datos importantes de la gestión integral de residuos sólidos orgánicos a implementar se detallan en la Tabla 25.

Tabla 25: Datos importantes de la gestión integral de residuos sólidos orgánicos.

Plan de gestión integral de Residuos Sólidos Orgánicos	
Objetivos	<p>Minimizar el impacto negativo que la pollinaza y las aves muertas generan.</p> <p>Establecer lineamientos para manejar correctamente la pollinaza y las aves muertas.</p> <p>Aprovechar la pollinaza y las aves muertas a través de la biodigestión y el compostaje, respectivamente a fin de generar un proceso productivo sostenible.</p>
Etapas de aplicación	<p>En el caso de la pollinaza, al finalizar el ciclo productivo, que dura 2 meses.</p> <p>Para la mortalidad, los días que se generen.</p>
Lugar de aplicación	Galpones
Resultados esperados	<p>Minimización de la generación de los residuos sólidos orgánicos.</p> <p>Separación en la fuente de los residuos.</p> <p>Recolección adecuada e los residuos sólidos orgánicos.</p> <p>Generación biogás y abono orgánico.</p>

Fuente: Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña 2014
Elaborado por: El investigador.

Programa de prevención y minimización de residuos sólidos orgánicos.

La minimización de los residuos sólidos orgánicos desde su origen permite reducir su cantidad y el costo que conlleva su manejo y disposición final.

Se detalla a continuación en la Tabla 26, el desarrollo del programa de prevención y minimización de residuos sólidos orgánicos.

Tabla 26: Programa de prevención y minimización de residuos sólidos orgánicos.

Programa de prevención y minimización de residuos sólidos orgánicos	
Objetivo:	Establecer lineamientos para reducir la cantidad y toxicidad de pollinaza y aves muertas a fin de evitar graves impactos al ambiente y disminuir los costos asociados a su almacenamiento, recolección, transporte y tratamiento.
Meta:	Reducir la cantidad de pollinaza y aves muertas en un 10%.
Actividades:	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar la uniformidad de la cama de viruta y la humedad de la cama. • Estudiar la posibilidad de reutilizar la cama con posteriores lotes. • Optimizar los procesos mediante su estandarización, considerando para cada uno de ellos medidas de bioseguridad y de buenas prácticas avícolas • Realizar capacitaciones acerca de la minimización en la fuente de los residuos dentro de la industria avícola.
Indicadores	<p>Expresan el porcentaje de reducción de la generación de pollinaza y aves muertas, terminado el ciclo de producción.</p> $IMP = \frac{CPA - CPP}{CPA} \times 100\%$ <p>IMP: Indicador de minimización de la pollinaza. CPA: Cantidad de pollinaza en un periodo anterior. CPP: Cantidad de pollinaza en un periodo actual.</p> $IMAM = \frac{CAMA - CAMP}{CAMA} \times 100\%$ <p>IMAM: Indicador de minimización de aves muertas. CAMA: Cantidad de aves muertas en un periodo anterior. CAMP: Cantidad de aves muertas en un periodo actual.</p>

Fuente: Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña 2014

Elaborado por: El investigador.

Lineamientos:

En la Fig. 46 se esquematizan las medidas a tomar para la minimización de la pollinaza y aves muertas.

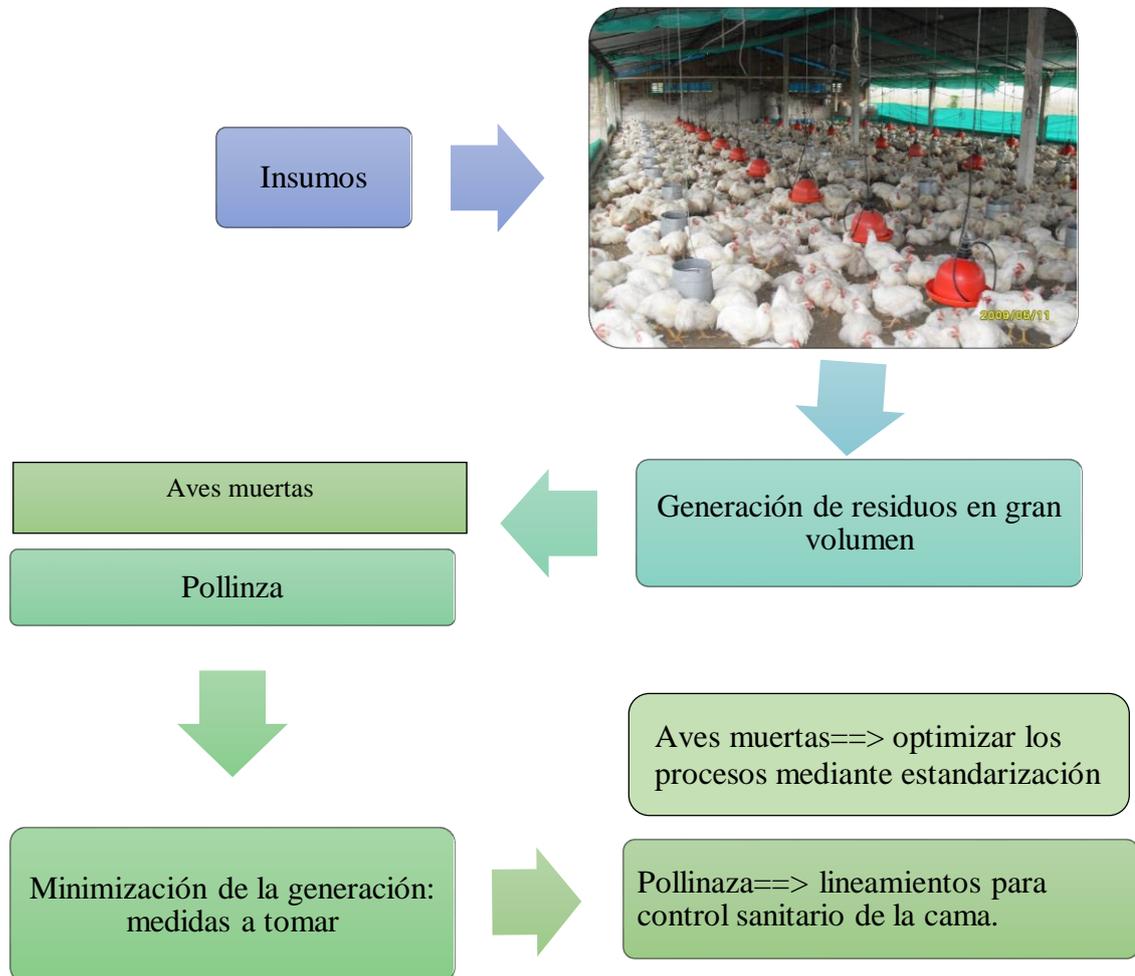


Fig. 46. Medidas a tomar para la minimización de la generación
Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.
Elaborado por: El investigador.

Medidas para manejo sanitario de la cama:

De la Guía General de Carácter Voluntario, referente a la Adopción y Certificación de Buenas Prácticas Avícolas (BPA), Resolución N° 047 se tiene:

Al inicio del ciclo de la crianza de las aves:

- Efectuar todos los trabajos de reparación, mantenimiento y procedimientos adicionales de limpieza y sanitización, antes de ingresar cama nueva al pabellón, a fin de evitar el ingreso del agua lluvia.
- La cama nueva deberá estar limpia, seca y deberá ser obtenida de un proveedor confiable para prevenir la contaminación con desechos de roedores, aves silvestres.
- Las camas deberán tener una profundidad de al menos 5 a 10 cm. para disolución de excretas y un relleno diario si es necesario.

Durante la crianza de las aves:

- Controlar la circulación y calidad del aire en todo el pabellón y sobre la superficie de la cama.
- Las partes de las camas que estén húmedas alrededor de comederos y bebederos deben ser removidas y controladas por medio de volteos o añadiendo material de cama seca para reducir el riesgo de transmisión de enfermedades.

Al finalizar el ciclo:

- Empacar adecuadamente en lonas para su posterior traslado.

Una vez que se dan lugar las aves muertas, estas se recolectarán en recipientes debidamente adecuados para este tipo de residuo, y posteriormente trasladados a instalaciones para su almacenamiento temporal cuyo diseño evitará la entrada a animales transmisores de enfermedades, además de estar ubicados en lugares de fácil accesibilidad para su posterior traslado.

Posterior a la recolección de aves muertas y desalojo de pollinaza se deberá llenar un registro diario y por lote respectivamente.

Programa de separación en la fuente de los residuos sólidos orgánicos.

El presente programa busca corregir la inadecuada separación en la fuente de residuos convencionales generados a través del proceso de cría y engorde de pollo que llegan a compactarse con la pollinaza y aves muertas, para este accionar se presentan en la Tabla 27, algunos lineamientos.

Tabla 27. Programa de separación en la fuente.

Programa de separación en la fuente	
Objetivo:	Clasificar los residuos sólidos orgánicos en el momento que se dan lugar a fin de evitar que se compacten.
Meta:	Clasificar en un 100% los residuos avícolas que se generen dentro del galpón de forma inmediata.
Actividades:	<ul style="list-style-type: none"> • Cuantificar los residuos sólidos orgánicos. • Determinar los recipientes adecuados para el acopio de las aves muertas en cuanto a cantidad y diseño. • Identificar claramente los depósitos de residuos con su respectiva funda. • Determinar adecuadamente el lugar de ubicación de los contenedores. • Realizar capacitaciones acerca de clasificación de los residuos en la fuente. • Llevar registros de la cantidad de aves muertas y pollinaza que se genera diariamente y al terminar el ciclo, respectivamente.
Indicadores	<p>Expresan el porcentaje de separación en la fuente de pollinaza y aves muertas, terminado el ciclo de producción.</p> $ISF = \frac{RAC}{RAG} \times 100\%$ <p>ISF: Indicador de la separación en la fuente. RAC: Cantidad de residuos clasificados. RAG: Cantidad de residuo generados.</p>

Fuente: Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña 2014.

Elaborado por: El investigador.

Lineamientos:

Determinación del tamaño de los contenedores

A partir del planteamiento del Dr. Murphy que menciona que la altura del receptáculo no debe ser superior a 1,52 m y su profundidad no pasar de 1,52 a 1,83 m. La anchura se determinará según el tamaño del equipo usado en la granja para cargar el material, pero no tiene que exceder de 2,44 m [30]; se determina el tamaño del contenedor considerando además que diariamente en promedio se generan 33 aves muertas en todo el plantel, siendo en Santa Rosa, donde mayor cantidad de mortalidades se presentan, dado que se manejan lotes de mayor número de aves que otros, por tanto se dimensiona un recipiente que pueda acopiar como máximo a 14 cadáveres, suponiendo además que su volumen

corresponde a un pollo en fase de engorde con un peso de 2,99 kg, de manera que el espacio sea suficiente.

En función al peso máximo que aplicarían las 14 aves muertas de supuestamente 2,99 Kg al contenedor, se sugiere como mejor alternativa un recipiente que supere los 41,86 Kg, a partir de lo antepuesto se selecciona uno que comercialmente se encuentra con facilidad y cuyo diseño incorpora cuatro ruedas cómo es posible apreciar en la Fig.47, situación que facilita su transporte y cuyas medidas son: 1.345 m de alto, 1.520 m de ancho, 0,750 m de fondo, soporta 50 Kg de peso; cómo es posible observar en el anexo 3 y en cuanto a la cantidad se requiere 3 contenedores de este tipo, uno para cada uno de los centros de producción.



Fig. 47. Modelo de contenedor de almacenamiento secundario.
Fuente: PRISMART.

La ubicación del contenedor se destina en el área de almacenamiento, permanecerá en este lugar por un día y será en este recipiente en donde se acopien las aves muertas durante un día, para luego ser transportado al lugar del compostaje. A partir de lo cual, se hace necesario contar con receptáculos individuales para cada galpón, cuya capacidad se derive del contenedor general (50 Kg) anteriormente establecido dividiéndolo para 4, dado que la mayor parte de núcleos posee cuatro galpones, resultando que teóricamente se requiere uno de 12,5 Kg. El diseño de los contenedores para este fin y que se encuentra disponible en el mercado y se adapta a los requerimientos, incorpora dos ruedas para transportarlos con facilidad, como presenta la Fig. 48, cuyas medidas son: 1,1 m de alto, 0,60 m de ancho, 0,73 m de fondo, y soporta 14,8 Kg de peso.



Fig. 48. Modelo de contenedor de almacenamiento primario
Fuente: PRISMART

Cuantificación de los materiales para la separación en la fuente de las aves muertas.

Para separar las aves muertas se requieren contenedores, como se analizó anteriormente en su respectivo programa el diseño y capacidad.

La cantidad de contenedores de residuos de almacenamiento primario será directamente proporcional al número de galpones que posea cada núcleo de producción, como se presenta en la tabla 28.

Tabla 28. Cantidad de contenedores para almacenamiento de residuos orgánicos

Núcleo de producción	Cantidad de galpones	Cantidad de contenedores 4 ruedas	Cantidad de contenedores de 2 ruedas
La Cangagua	4	4	1
Potrerosillos	5	5	1
Santa Rosa	1	1	1
TOTAL	10	10	3

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

Los costos unitarios y el total para esta fase, se detallan a continuación en la tabla 29.

Tabla 29. Costos materiales para separación en la fuente

Costo materiales para separación en la fuente				
Rubro	Unidad de Medida	Costo Unitario	Cantidad	Valor (USD)
Contenedores 4 ruedas (Anexo 6)	unidad	725	3	2.175
Contenedores 2 ruedas (Anexo 6)	unidad	68	10	676
			Total	2.851

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

Programa de almacenamiento de los residuos sólidos orgánicos.

Dado que en la empresa no se establecen sitios para el almacenamiento de los residuos sólidos orgánicos, se plantea el programa descrito en la Tabla 30.

Tabla 30. Programa de almacenamiento de los residuos sólidos orgánicos.

Programa de almacenamiento de los residuos sólidos orgánicos	
Objetivo:	Establecer un proceso adecuado para el almacenamiento de los residuos sólidos orgánicos.
Meta:	Almacenar la pollinaza y las aves muertas sin que esta acción implique un impacto negativo al ambiente.
Actividades:	<ul style="list-style-type: none"> • Construir y adecuar sitios óptimos para el almacenamiento. • Determinar adecuadamente el lugar de ubicación de los contenedores. • Establecer el tiempo de permanencia de los residuos del lugar de generación antes de su tratamiento. • Establecer jornadas de desinfección de los sitios de almacenamiento.
Indicadores	<p>Expresan el porcentaje de almacenamiento de pollinaza y aves muertas del total de residuo avícola generado.</p> $IA = \frac{RAA}{RAG} \times 100\%$ <p>IA: Indicador del almacenamiento de los residuos avícolas. RAA: Cantidad de residuos avícolas almacenados. RAG: Cantidad de residuo avícolas generados.</p>

Fuente: Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña 2014.
Elaborado por: El investigador.

Lineamientos:

Almacenamiento de aves muertas.

Una vez separadas las aves muertas de su lugar de generación, se procede a darle un almacenamiento temporal, presentándose como única alternativa el acopio en recipientes cerrados, es decir, con tapa, debidamente identificados y con una funda plástica en su interior en instalaciones destinadas únicamente para este fin, cuyo diseño debe facilitar la limpieza, desinfección y manipulación de contenedores de desechos para lo cual deben ser amplios y en cuanto a su ubicación alejada de todas las áreas administrativas y de producción, además deberá poseer una buena iluminación y ventilación, cuya área será restringida y solo personal autorizado tendrá acceso.

El almacenamiento de las mortalidades se cumple en dos etapas como se describe a continuación y se esquematiza en la Fig. 49.

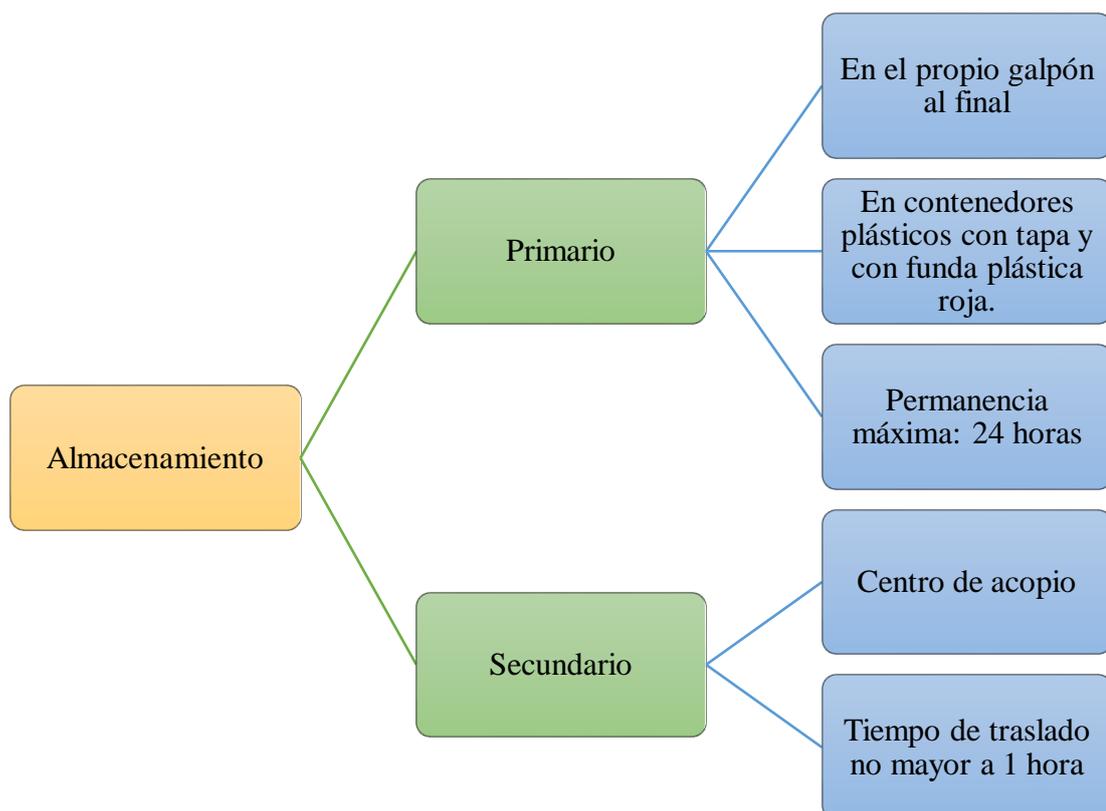


Fig. 49. Almacenamiento primario y secundario de las aves muertas

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

Almacenamiento primario: Este tipo de almacenamiento para las aves muertas se lleva a cabo mediante la utilización de contenedores plásticos debidamente tapados y con su respectiva funda plástica, cuya ubicación se da al final del galpón, su permanencia será de máximo 24 horas y su dimensionamiento en base a la cantidad de mortalidades que se generan en cada galpón.

Almacenamiento secundario: Se presenta a continuación un modelo de área de almacenamiento de residuos sólidos como se observa en la fig. 50, sitio en el cual se dispondrán contenedores dimensionados para toda la cantidad de desechos sólidos que puedan generarse en el núcleo de producción y a donde recipientes de almacenamiento primario llegan para ser vaciados y retornar al galpón al que corresponden. En el caso de las aves muertas se establece un tiempo de 1 hora máximo de permanencia.

Almacenamiento terciario: No se considera un almacenamiento terciario, dado que las aves muertas no requieren ningún tipo de acondicionamiento previo a su tratamiento y más bien requieren ser trasladadas con rapidez al centro de manejo.

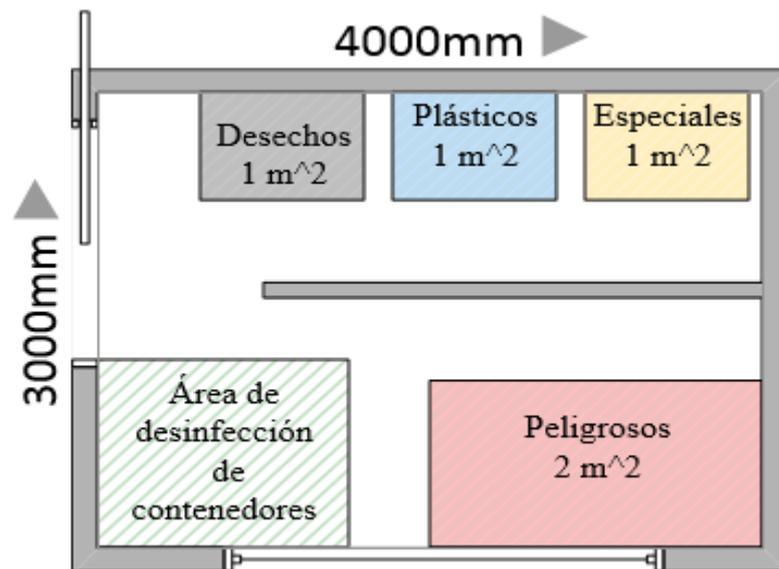


Fig. 50. Modelo de área de almacenamiento de residuos sólidos

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

Almacenamiento de la pollinaza.

Respecto a la pollinaza, el almacenamiento primario se lleva a cabo en su lugar de generación donde es acopiado formando pilas en el centro del galpón a fin de sanitizar el material por 3 o 4 días, con el objeto de exponerlo al exterior sin mayor impacto para posteriormente trasladarlo de forma directa al sitio de tratamiento, para su uso inmediato donde será dispuesto en una área destinada para una acumulación final.

Para el lugar de acopio de la pollinaza en los puntos de uso, se deberá considerar: la impermeabilidad del suelo, las líneas de drenaje, la pendiente del terreno y una distancia no menor a 20 m. de cursos de agua.

Si el acopio de la pollinaza sobrepasa más de 9 días se la tratará con larvicidas e insecticidas.

Cuantificación de los materiales para el almacenamiento de las aves muertas.

Se considera necesario la construcción de casetas que permitan dar almacenamiento temporal a los residuos en sus respectivos contenedores en cada núcleo de producción a fin de protegerlos del sol y la lluvia así como de vectores, además de agilizar su recolección y transporte.

A continuación se estima el costo de la infraestructura para el almacenamiento de los residuos sólidos, considerando materiales de la zona como palos de madera, un techo de zinc, paredes de bloque hasta la mitad y el resto con malla y el piso de cemento [31], como se describe en la tabla 31.

Tabla 31. Materiales de construcción.

Rubro	Unidad de Medida	Costo Unitario	Período Pre operacional	
			Cantidad	Valor (USD)
Cemento	unidad	7,95	6	47,7
Bloque (10x20x40)	unidad	0,27	200	54
Pingos de eucalipto (4m)	unidad	1	6	6
Hojas de zinc (0.20 x 800 x 3600)	unidad	8,96	5	44,8
Malla 30x90 (1/8) 1m	metro	4,89	12,5	61,13
Total				213,63

Fuente: El Comercio.
Elaborado por: El investigador.

La mano de obra requerida para la construcción del área de almacenamiento, se detalla a continuación en la tabla 32:

Tabla 32. Mano de obra requerida para la construcción del área de almacenamiento.

Mano de obra	Unidad	Cantidad	Valor Unit.	Valor Total
1 albañil	día	3	20	60
1 ayudante	día	3	15	45
Total				105

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

El costo estimado de la construcción de una instalación para el almacenamiento temporal de residuos sólidos de 12 m² es de \$318,63, dado que se hace necesario en cada núcleo de producción, este valor se triplica, como se muestra en la tabla 33.

Tabla 33. Costo Infraestructura para almacenamiento

Costo infraestructura para almacenamiento				
Rubro	Unidad de Medida	Costo Unitario	Cantidad	Valor (USD)
Fase de Almacenamiento				
Infraestructura para almacenamiento	unidad	318,63	3	955,89
Total				955,89

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

El costo estimado para la implementación de un área de almacenamiento de residuos sólidos en cada núcleo de producción es de \$ 318,63, dado que se requieren tres, el total asciende a \$ 955,89.

Programa de recolección y transporte de los residuos sólidos orgánicos.

A fin de mejorar la recolección y transporte de los residuos sólidos orgánicos se establecen lineamientos que a continuación en la Tabla 34 se presentan.

Tabla 34. Programa de recolección y transporte de los residuos sólidos orgánicos.

Programa de recolección y transporte de los residuos sólidos orgánicos.	
Objetivo:	Establecer acciones adecuadas para la recolección y transporte de los residuos sólidos orgánicos.
Meta:	Recolectar y transportar el 100% de la pollinaza y las aves muertas sin que esta acción implique un impacto negativo al ambiente.
Actividades:	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar una recolección selectiva. • Establecer rutas y frecuencias de recolección. • Adquirir medios de transporte adecuados para evitar derrames de los residuos durante el trayecto. • Capacitación al personal sobre la clasificación de los desperdicios. • Asignar tareas a operarios de recolección y transporte.
Indicadores	<p>Expresan el porcentaje de recolección y transporte de pollinaza y aves muertas, del total de residuo avícola generado.</p> $IRT = \frac{RART}{RAG} \times 100\%$ <p>IRT: Indicador de la recolección y transporte de los residuos avícolas. RART: Cantidad de residuos avícolas recolectados y transportados. RAG: Cantidad de residuo avícolas generados.</p>

Fuente: Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña 2014.

Elaborado por: El investigador.

Lineamientos:

- **Recolección y transporte de la pollinaza.**

La pollinaza, una vez sanitizada deberá estar seca y desinfectada para proceder con su recolección en fundas o sacos para lo cual, el personal encargado de esta labor debe utilizar vestimenta adecuada que incluya mascarilla, guantes, overol, gafas, etc.

Frecuencia y horario de recolección:

Ruta: Directa

La pollinaza una vez sanitizada en el galpón de su procedencia es trasladada de forma directa hacia el centro de compost.

Frecuencia: Cada 60 días

La pollinaza es desalojada 3 o 4 días después de haber finalizado el ciclo de producción de pollos de engorde, tiempo en el cual ésta es sanitizada.

Transporte

Para el transporte de la pollinaza, se tiene como única opción la utilización de camiones con carrocerías sellados en fondos y costados como la normativa ambiental recomienda, además de estar cubiertos por una carpa impermeable, a fin de evitar derrames y el aumento de humedad;

- **Recolección y transporte de las aves muertas.**

En cuanto a las aves muertas, éstas serán recogidas una a una diariamente, en contenedores debidamente cerrados y trasladados inmediatamente del almacenamiento secundario al sitio de tratamiento.

Frecuencia y horario de recolección

Ruta: Escalas

La recolección específicamente de las aves muertas sigue una ruta escalas, iniciando en el núcleo de producción de la Cangagua, prosiguiendo al de Santa Rosa y culminando con Potrerillos, dado que la compostera se ubicará a pocos metros de este último sitio, como se puede observar en la Fig. 51. Por otro lado el tiempo que se estimara en todo el recorrido es de una hora.

Frecuencia: Diaria

La mortalidad que se va generando a lo largo de un día deberá ser almacenada en un contenedor plástico, cuya ubicación será al final de cada galpón; transcurrido las 24 horas, el galponero en horas de la mañana traslada los contenedores al área de almacenamiento para depositar todos los cadáveres en un recipiente general destinado para el núcleo de producción, acción que deberá cumplirse antes de las nueve de la mañana, hora en la cual personal del compostadero retira el depósito de aves muertas y lo traslada al lugar de tratamiento.

Transporte

En cuanto a las aves muertas se aconseja un vehículo con características similares al de la pollinaza con la variante del tamaño del medio de transporte ya que este residuo se genera y ocupa más espacio que otro.

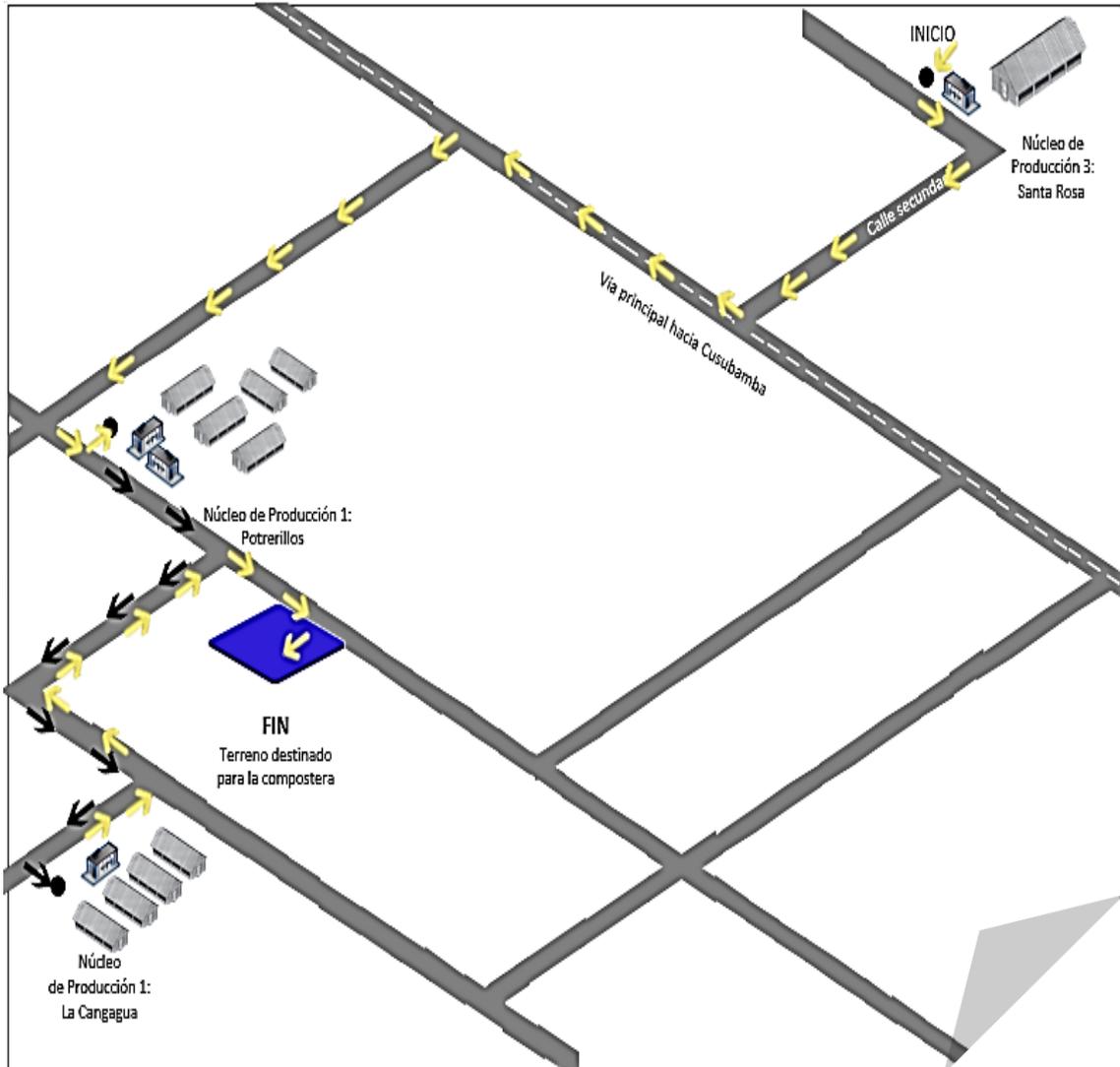


Fig. 51. Diagrama de recorrido para la recolección de aves muertas.

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

Cuantificación de los materiales para la recolección y transporte.

La fase de recolección y transporte requiere de dos vehículos diferentes para el traslado individual de la pollinaza y aves muertas, cuyos costos se muestran en la tabla 35.

Tabla 35. Costo vehículos para la recolección y transporte

Costo vehículos para la recolección y transporte				
Rubro	Unidad de Medida	Costo Unitario	Cantidad	Valor (USD)
Recolección y transporte pollinaza				
Camión 10 ton (Anexo 7)	unidad	65.000	1	65.000
Recolección y transporte aves muertas				
Camioneta cabina simple (Anexo 8)	unidad	12000	1	12000
Total				77.000

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

EL monto necesario para la recolección y transporte individual de la pollinaza y aves muertas es de \$ 77.000.

Programa de tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.

A fin de revalorizar los residuos sólidos orgánicos, se establecen lineamientos que a continuación en la Tabla 36, se presentan.

Tabla 36. Programa de tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.

Programa de tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.	
Objetivo:	Establecer lineamientos para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.
Meta:	Dar tratamiento a toda la pollinaza y aves muertas generadas en un 100%.
Actividades:	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar compost a partir de las aves muertas y la pollinaza. • Ejecutar el proceso de biodigestión a partir de la pollinaza sobrante del compostaje.
Indicadores	<p>El indicador del proceso de compostaje: se basa en el porcentaje de carcaza que se obtiene al finalizar el proceso [26]:</p> $\% \text{ carcaza} = \frac{\text{Cantidad de bultos de carcaza} \times 100}{\text{Cantidad total de bultos evacuados (compost+carcaza)}}$ <p>Cuando el indicador se exceda del 13% es necesario llevar más controles en el proceso, pues este indicador muestra deficiencias.</p>

Fuente: Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña 2014.
Elaborado por: El investigador.

Tabla 36, Programa de tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos (Continuación).

Programa de tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.	
Indicadores	Indicador de la venta de energía alternativa o abono orgánico: $IV = \frac{CEV}{CEP}$ <p>IV: Indicador de la venta de energía alternativa o abono orgánico. CEV: Cantidad de energía alternativa o abono orgánico vendido. CEP: Cantidad de energía alternativa o abono orgánico producido.</p> Indicador de tratamiento: $IT = \frac{RAT}{RAG} \times 100\%$ <p>IT: Indicador de tratamiento de los residuos avícolas. RAT: Cantidad de residuos avícolas tratados. RAG: Cantidad de residuo avícolas generados.</p>

Fuente: Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña 2014.

Elaborado por: El investigador.

Lineamientos:

Sanitización de la pollinaza.

El proceso consiste en estabilizar las propiedades del material a través de un proceso térmico, de tal manera que se minimicen sus características tóxicas así como se eliminan las enfermedades aviarias. Su desarrollo no requiere ninguna inversión económica, pues no se necesita de alguna infraestructura, ya que se lleva a cabo dentro del propio galpón, dónde se generó el residuo avícola.

Constituye el primer paso del tratamiento que debe recibir este residuo para ser desalojado de los galpones ya sea para destinarlo al compostaje o a la generación de energía, es desde este punto de dónde parten las demás opciones de reutilización. Es importante aclarar que el material sanitizado, no está compostado, se caracteriza por tener un leve olor y resultar pesado al tacto.

Descripción del proceso:

Dentro del galpón una vez finalizado el ciclo de cría y engorde pollos [26].

1. Vestir la indumentaria adecuada para recolectar la pollinaza: el equipo de protección básicamente debe estar formado por ropa adecuada, botas, mascarilla y gafas a fin de proteger contra el polvo orgánico y los gases tóxicos que proceden de la pollinaza.
2. Transportar herramientas para amontonar la pollinaza: las herramientas que se requerirán para ésta acción con palas y escobas, pues el objetivo es formar pilas con la pollinaza.
3. Retirar aquellos equipos del galpón que estén obstaculizando: es necesario retirar los comederos, bebederos y otros equipos instalados dentro del galpón a fin de que no obstaculicen el paso para el amontonamiento de la pollinaza.
4. Eliminar restos de plumas a través de un flameado total.
5. Bajar completamente las cortinas del galpón: acción que permite a las pilas mantener el calor que producen,
6. Humedecer el material a compostar con desinfectantes o insecticidas: el humedecimiento del material puede ser efectuado con una regadera a fin de que el riego sea uniforme, inspeccionando que no se exceda del 40%, parámetro que se puede controlar con la prueba del puño, que consiste en apuñar los residuos, si este se compacta, significa que se está adicionando bien el agua, lo contrario sucede si escurre gotas de líquido.
7. Mezclar y homogenizar el material: El resultado que se debe obtener es un material dispuesto en partículas pequeñas
8. Formar pilas con la pollinaza en el centro del galpón e ir humedeciéndola a la vez: se debe procurar que la pila no sea demasiado alta, ya que este factor dificulta el volteo del material.
9. Inspeccionar la cantidad de humedad del material, rango recomendable 40-60%: se debe evitar adicionar agua en gran cantidad debido a que se da lugar a la presencia de moscas y malos olores además el tiempo de la sanitización aumenta.
10. Tapar las pilas con plástico negro: es necesario asegurar el plástico en la base de la pila con ladrillos o piedras a fin de que se recubra totalmente sin que esta se desubique, con el objeto de facilitar el aumento de temperatura en el material.
11. Numerar pilas y registrar el proceso: se debe numerar las pilas para realizar un seguimiento a cada una de ellas mediante un registro individual.

12. Controlar por tres días la temperatura: es necesario controlar en el día y en la noche que la temperatura este alrededor de los 55°C y 60°C, valores que se deben tomar a distintas alturas y profundidades y llevar un registro. Si no se logra llegar a estos valores existe la posibilidad de encender las criadoras.
13. Esperar tres días hasta que el proceso de sanitización termine.
14. Bajar cortinas, destapar y desmontar las pilas para que se enfríen: por lo menos se debe esperar por 12 horas para que el material se enfríen y los gases se disipen.
15. Empacar: dado que la empresa elabora balanceado se obtiene en gran cantidad lonas de 45 de la materia prima que se compra, por tanto, se puede reutilizar éstos sacos para empacar la pollinaza sanitizada en la misma proporción.
16. Almacenar.
17. Vender como fertilizante o emplearla en el compostaje o generación de energía.

La Fig. 52, siguiente presenta de forma resumida el proceso de sanitización de la pollinaza.

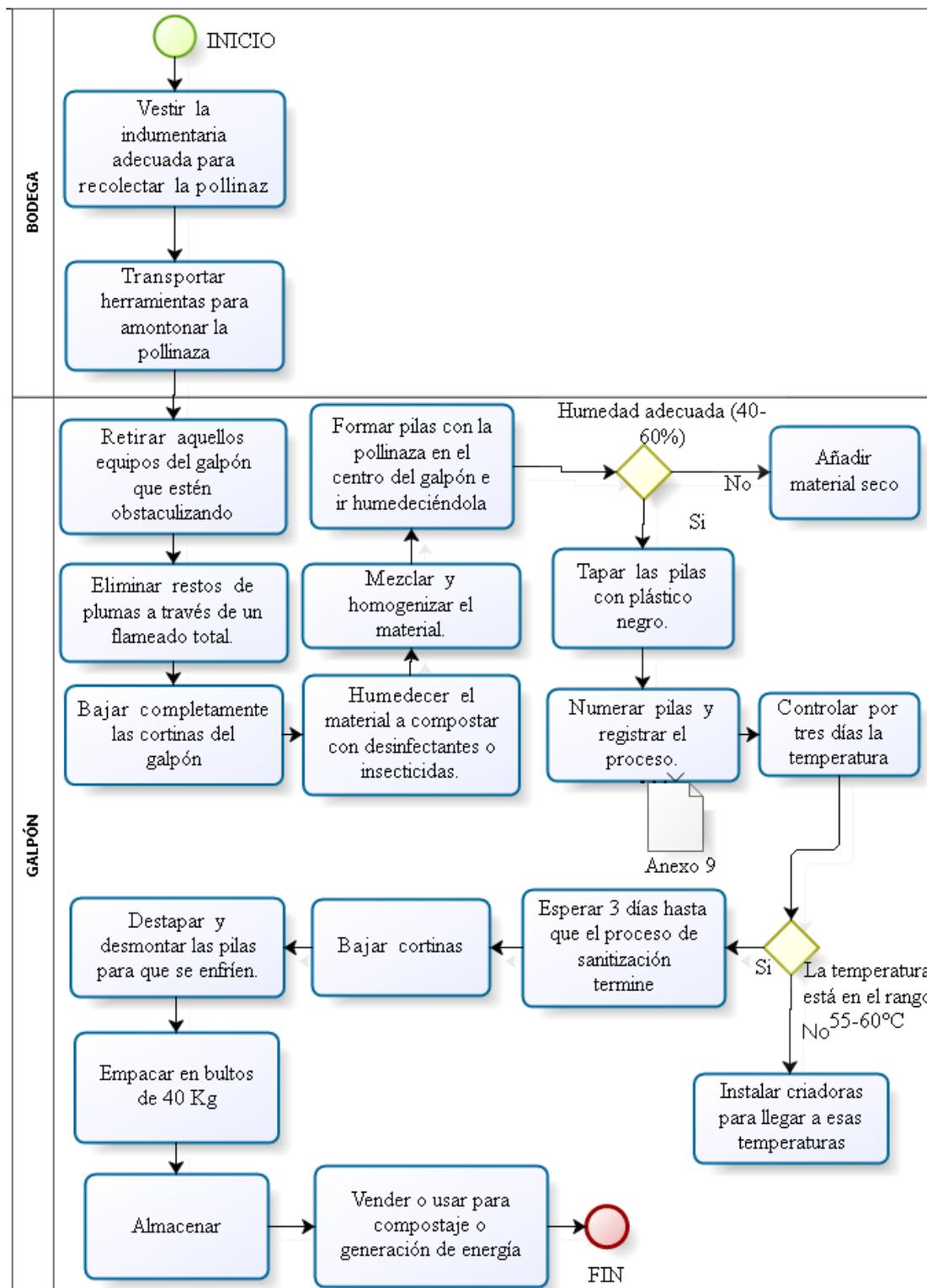


Fig. 52. Proceso de sanitización de la pollinaza.

Fuente: Federación Nacional de Avicultores de Colombia - Fondo Nacional Avícola.

Elaborado por: El investigador.

Compostaje de las aves muertas.

El proceso de compostaje se lleva a cabo para convertir la materia orgánica en compost mediante microorganismos, dando lugar a un mejorador de suelos y cultivos.

Descripción del proceso de compostaje [23] [26]:

1. Recolectar las aves muertas diariamente en un contenedor con tapa.

La recolección de las aves muertas dentro de cada galpón se da lugar durante un día en un recipiente adecuado para la mortalidad, el cual se traslada al área de almacenamiento pasadas las 24 horas para ser vaciado en un contenedor más grande que almacenada todos los cadáveres que se han generado dentro del núcleo.

2. Trasladar la pollinaza sanitizada y las aves muertas a la compostera.

Para el traslado se ha determinado un horario y ruta específica tanto para las aves muertas como para la pollinaza sanitizada, siendo que las primeras se generan diariamente y lo segundo semana a semana, por cuanto este material puede permanecer almacenado en la compostera para ser utilizada en proporciones día a día.

3. Preparar las aves muertas para el compostaje

Es necesario desprender de las aves muertas las patas y realizando un corte en el abdomen introducirlas en dicha cavidad, ésta acción mejora la descomposición de los cadáveres.

4. Alistar el cajón

Numerar los cajones y llevar un registro de cada uno.

5. Colocar en el cajón una capa de pollinaza sanitizada y nivelar.

El espesor de la primera capa de gallinaza debe estar en el rango 20- 25 cm; material que debe estar granulado y no formando grumos.

6. Colocar tantas aves muertas sea posible sobre la capa de pollinaza

La posición que deben adoptar las aves muertas es en cubito lateral intercalando cabeza y cola, procurando que este conjunto se diste de las paredes del cajón 12 a 15 cm.

7. Humedecer la mortalidad con agua.

Se debe administrar 150 ml por ave muerta grande y una proporción de este valor cuando se trata de aves pequeñas en las dos primeras capas, para los siguientes 300 ml generando una humedad del 60%.

8. Colocar una segunda capa de pollinaza cuyo espesor este en el rango 10-15 cm. Esparcir este material de manera que cubra totalmente las aves muertas y los espacios entre las paredes con pollinaza.
9. Añadir una segunda capa más de aves muertas.
El ciclo se repite hasta llenar el cajón, esto puede durar hasta 20 días o mitad del ciclo del pollo de engorde.
10. Agregar una última capa de pollinaza de 15-20 cm de espesor.
Esta última capa permite aislar las aves muertas del medio.
11. Esperar que la acción de compost se desarrolle por 30 días.
El tiempo se toma una vez que el cajón se haya llenado por completo.
12. Mover el material hacia a fuera del cajón.
El material es amontonado al frente del cajón sobre el piso de cemento y mediante una pala se trituran los cadáveres.
13. Mezclar y airear todo el material.
Se trata de mezclar el material del fondo con el que se encuentra en la parte superior y viceversa.
14. Controlar la humedad del material.
Cuando el material se encuentre seco es necesario añadir agua en pequeñas cantidades, y si se encontrara muy húmedo adicionar mas pollinaza, tratando siempre que este parámetro no se exceda del 50%.
15. Introducir nuevamente el material al cajón.
16. Añadir una nueva capa de pollinaza.
Ésta nueva capa debe cubrir el material en proceso de compostaje como protección a fin de evitar la generación de malos olores y la presencia de vectores.
17. Esperar 30 días más para que el proceso de compostaje termine.
18. Moler y tamizar el material.
A través del tamizado se obtiene un material que no ha podido formar parte del abono denominado carcasa, el cual puede ser dispuesto en fosas sin impactos ambientales, rellenos sanitarios o molerse para formar parte del compost.

19. Empacar. llenar un registro por cajón y comercializar.

A continuación se presenta en la Fig. 53, una esquematización resumida del proceso de compostaje de aves muertas.

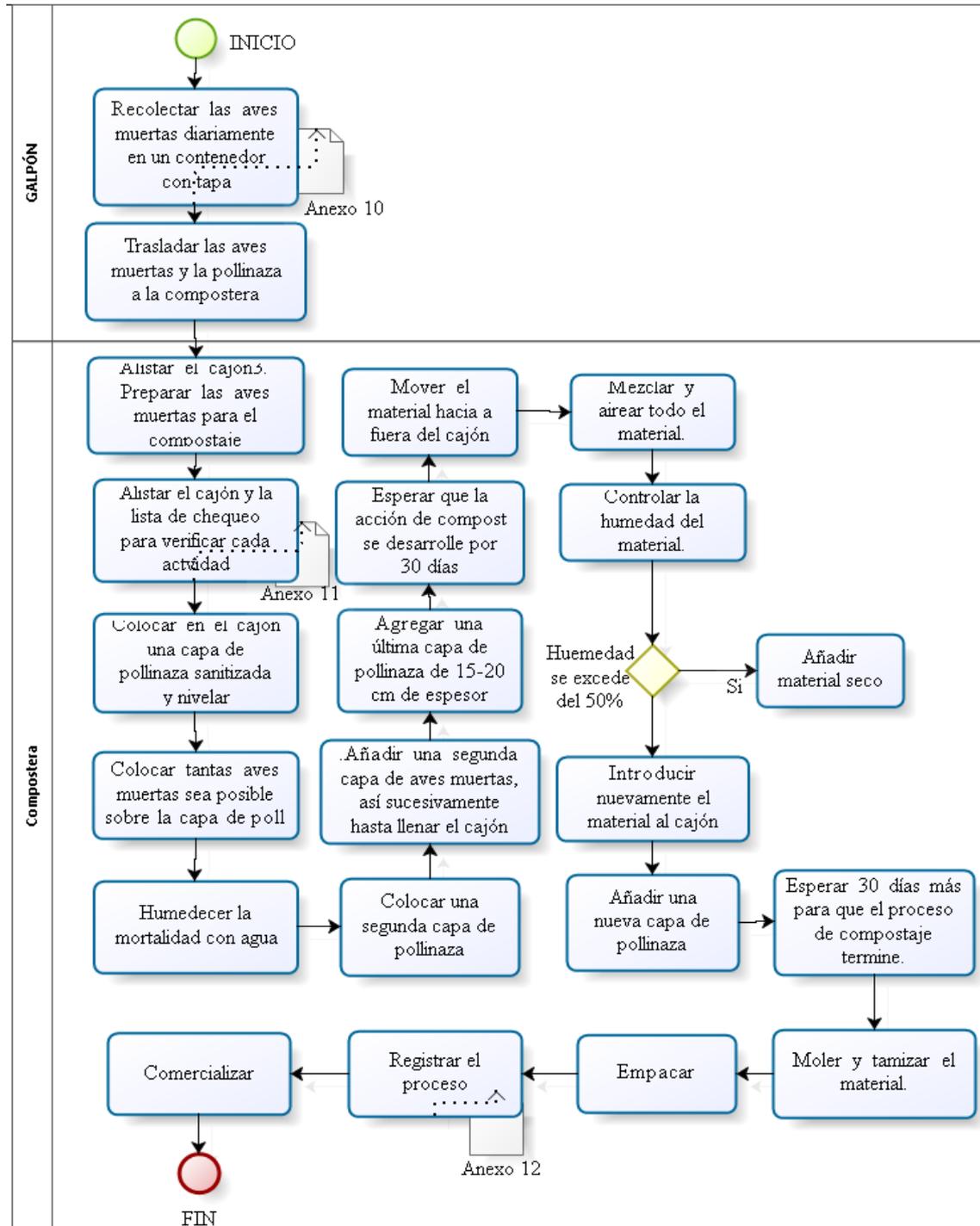


Fig. 53. Compostación de aves muertas y pollinaza.
Fuente: FENAVI, SESA-CONAVE-IICA
Elaborado por: El investigador.

Biodigestión de la pollinaza.

La biodigestión para este caso tiene por objetivos el saneamiento ambiental, producción y aprovechamiento del biogás y del abono en forma sólida, para lo cual se describe a continuación el proceso a seguir.

Descripción del proceso:

- Realizar pruebas al digester y mantenimiento.
Es necesario verificar que no existan fugas ni filtraciones en el digester, ya que se requiere de un ambiente anaerobio para el proceso.
- Preparar la mezcla en el tanque de carga: consiste en combinar la pollinaza, con agua y añadir sales para facilitar su degradación.
- Controlar la concentración y la relación Carbono/Nitrógeno: se aconseja que debe encontrarse entre 5- 10% y en el rango 20-30:1, respectivamente.

A continuación para verificar la concentración, se presenta la ecuación 9 [32]:

$$Mo = \frac{W2}{W1} \times 100 \quad (9)$$

Donde:

Mo= Concentración de sólidos (%)

W1= Peso de la muestra

W2= Peso de la muestra 105°C

- Llenar el biodigester con la carga preparada previamente
- Esperar de 1 a 3 días con el digester abierto: la finalidad es que la digestión inicie con bacterias aeróbicas.
- Agregar agua el segundo día por los orificios de entrada y salida cuando la temperatura alcance los 40-60°C y después medir el pH.
- Cerrar el biodigester cuando el pH se encuentre en 6, caso contrario ajustar la acidez añadiendo ceniza. agua amoniacal o hasta cal.
- Controlar las conexiones para el gas.
- Esperar 2 o 3 días para utilizar el gas, específicamente cuando se observe una llama continua
- Conducir el gas por ductos de PVC (ubicando en su interior cloruro de calcio para eliminar la humedad) hasta las bolsas reservorios.

- Luego transportar por tubo el gas (ubicando en su interior esponjillas de alambre para eliminar el ácido sulfhídrico) hacia las válvulas de alimentación del motor de combustión interna por presión atmosférica.

La mezcla biogás-aire que alimenta al motor debe estar compuesta por una relación 14,7 partículas de aire por 1 de gas y alcanzar una relación de compresión de 9:1, va a ser activada por la bujía, generando una explosión tal que el motor alcance su velocidad nominal, convirtiendo la fuerza alterna en rotativa.

Al estar el motor acoplado a un generador eléctrico cuyo eje gira a la velocidad del eje del motor, se produce la potencia eléctrica requerida por la avícola.

- Esperar que la fermentación de desarrolle por 2 meses.
- Descargar el gas remanente y quitar la cubierta para iniciar la limpieza.
- Descargar el biodigestor dejando un 10% de lodo para la próxima carga.

4.7.3. Viabilidad para la implementación de compostaje para el tratamiento de las aves muertas.

A continuación se pre-dimensiona y determina costos para la propuesta de compostaje.

Pre-dimensionamiento de estructuras para el compostaje.

Consideraciones para el diseño de las instalaciones.

SESA- CONAVE- IICA plantean los siguientes requisitos en la Fig. 54 y 55 que se deben contemplar para la construcción de la compostera:



Fig. 54. Compostera vista lateral
Fuente: SESA- CONAVE- IICA
Elaborado por: El investigador.

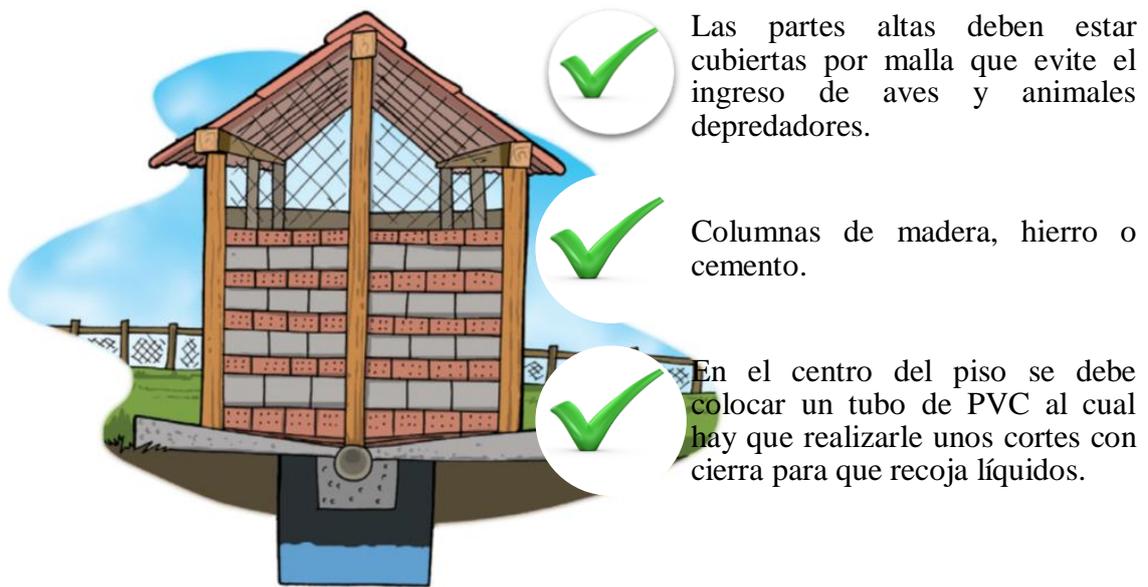


Fig. 55. Compostera vista frontal
Fuente: SESA- CONAVE- IICA
Elaborado por: El investigador.

- ✓ En uno de los lados laterales del piso hay que fabricar una caja de revisión que sirva para recolectar los líquidos que se produzcan.
- ✓ Debe tener mínimo tres cajones, compartimentos o divisiones.
- ✓ Las medidas variarán dependiendo del tamaño de la granja y porcentajes de mortalidad

Número de cajones de compostación de mortalidad

De acuerdo a las recomendaciones FENAVI, es necesario implementar 10 unidades o cajones de compostaje de mortalidades como se puede observar en la Tabla 37, esto en función a la capacidad de la avícola, cuya producción es de 70 mil aves [26].

Tabla 37. Número de cajones de compostaje por unidad

Número de aves	Número de cajones por unidad
25.000- 40.000	6
40.000- 60.000	8
60.000- 80.000	10
80.000- 100.000	12

Fuente: Federación Nacional de Avicultores de Colombia
Elaborado por: El investigador.

Dimensionamiento de cajones para composta

En cuanto a las dimensiones, se aconseja trabajar con cajones de 1,5 metro de largo, la medida de ancho es opcional y de alto 1,60 metros, considerando que la mortalidad en la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda. no excede al 5% [26].

A partir del conocimiento de producción de pollos de engorde y la ecuación (5) se determina el tamaño de los cajones para efectuar el compostaje:

$$m^3 \text{ necesarios para procesar la mortalidad de la granja} = N^\circ \text{ de aves iniciales} \times \text{peso promedio al sacrificio (Kg)} \times 0,000153 \quad (5) [23]$$

El valor 0,000153 es una constante, que involucra porcentaje de mortalidad y edad de sacrificio.

$$m^3 \text{ necesarios para 10 cajones} = 70\,000 \times 3(\text{Kg}) \times 0,000153$$

$$m^3 \text{ necesarios para 10 cajones} = 32,13$$

A fin de determinar la medida del ancho de los cajones se estable la ecuación (6), partiendo de las medidas recomendadas de largo y alto, así como del resultado de los metros cúbicos necesarios para cada cajón:

$$\text{largo} \times \text{ancho} \times \text{alto} = \text{volumen} \quad (6)$$

$$1,5 \text{ m} \times \text{ancho} \times 1,6 \text{ m} = 32,13 \text{ m}^3 / 10$$

$$\text{ancho} = \frac{3,213 \text{ m}^3}{1,5 \text{ m} \times 1,6 \text{ m}}$$

$$\text{ancho} = 1,34 \text{ m}$$

Las medidas definitivas para cada cajón son: 1,50 x 1,34 x 1,60 m.

Diseño de la compostera

FENAVI propone variantes para el diseño de la compostera, que consisten en la forma de distribución de los cajones, como muestra la Fig.56. Para seleccionar uno de ellos, recomienda considerar factores como: aireación, área de volteo y evacuación de material, protección del material de agua lluvia, características del terreno y costos, entre otros.

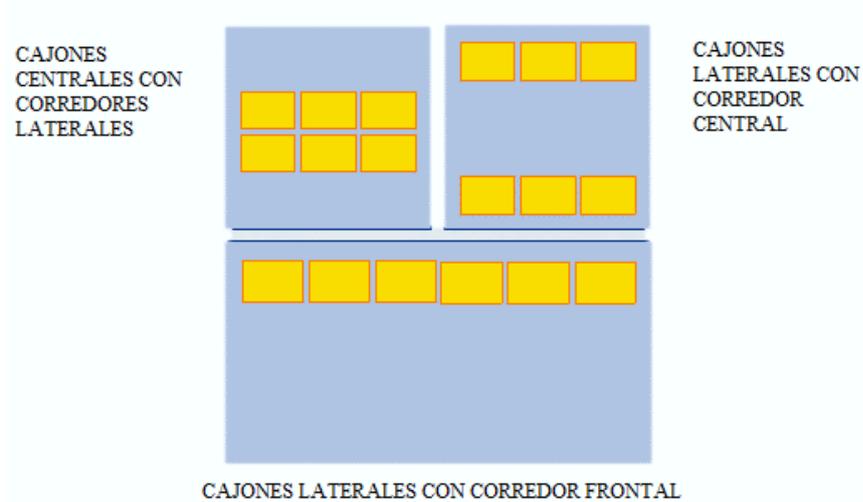


Fig. 56: Variante de diseño de una compostera [26]
Fuente: Federación Nacional de Avicultores de Colombia.

Selección del diseño

Dando énfasis a la protección del material de agua lluvia y al costos se opta por el diseño cajones centrales con corredores laterales, ya que el diseño permite aprovechar bien el espacio destinado a la compostera, además presenta un ahorro en material de construcción y mano de obra a simple vista, al compartir la pared central; con este criterio se presenta en la Fig. 57, el diseño final y a continuación sus respectivos planos.



Fig. 57. Diseño final de la compostera.
Fuente: SESA- CONAVE- IICA
Elaborado por: El investigador

Capacidad de producción

La capacidad de producción de abono orgánico se definirá en función a la materia prima disponible, siendo la mortalidad la principal, generándose en un 4,33% del total (dato obtenido en la sección de medición de residuos) y la pollinaza, material que se da lugar en gran volumen. Por tanto se procede a cuantificar cada uno de ellos para conocer la cantidad de quintales que se puede producir y en qué frecuencia.

Cuantificación de la mortalidad y pollinaza empleada

El orden que se debe seguir para llenar cada cajón con las capas de pollinaza y aves muertas con sus respectivas proporciones, se observa en la Fig. 58.

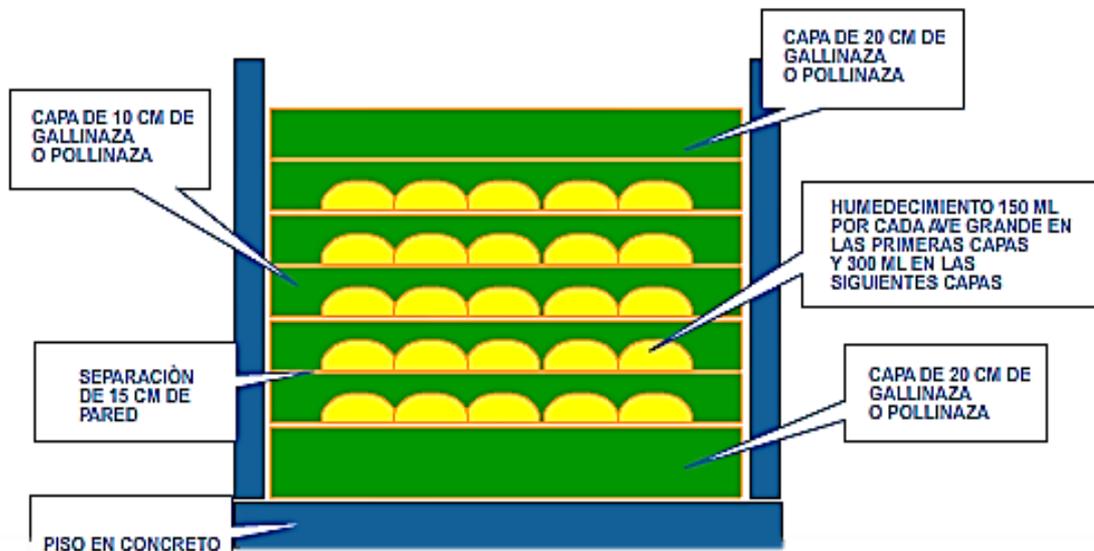


Fig. 58. Esquema del proceso de compostaje
Fuente: SESA- CONAVE- IICA

Capa de pollinaza 1

Considerando que la primera capa debe medir 20 cm de alto, se determina a continuación con la ecuación (7), el volumen que la pollinaza debe ocupar.

$$\text{Volumen primera capa de pollinaza} = (\text{largo} \times \text{ancho} \times \text{alto})m^3 \quad (7)$$

$$\text{Volumen primera capa de pollinaza} = (1,5 \times 1,34 \times 0,20)m^3$$

$$\text{Volumen primera capa de pollinaza} = 0,402m^3$$

A partir del conocimiento de la densidad de la pollinaza, cuyo valor es $1,41 \text{ g cm}^{-3}$ [33], se procede a calcular la cantidad de este material que puede contener un volumen de $0,402 \text{ m}^3$ con la ecuación (8).

$$\text{Cantidad de pollinaza 1era capa (kg)} \equiv \text{Volumen 1era capa} \times \text{densidad pollinaza} \quad (8)$$

A partir de la ecuación 6, se determina que se requiere de 567 Kg de pollinaza para la primera capa.

Primera capa de aves muertas

Considerando que las aves muertas deben ser ubicadas a 15 cm distantes de cada pared y una altura considerable para que entre una sola mortalidad, se determina una capacidad de depósito de $1,20 \text{ m} \times 1,04 \text{ m} \times 0,10 \text{ m}$, resultando un volumen de $0,125 \text{ m}^3$ y a partir del conocimiento de que 1 kilo de mortandad = $0,006242 \text{ m}^3$ [34], se procede a determinar la cantidad de aves que en promedio pueden abarcar esta capa, utilizando un peso promedio de 1,5 Kg a través de la ecuación (9).

$$\text{Cantidad de aves muertas por capa} = \frac{\frac{V.\text{capa de mortalidad}}{V.\text{por kilo de mortandad}}}{\text{Peso promedio de una ave}} \quad (9)$$

A través de la ecuación 14, se establece que en promedio cada capa de mortalidad podría abarcar 14 cadáveres.

Capa de pollinaza 2

Considerando que la segunda capa de pollinaza debe cubrir las aves muertas y llenar el espacio sobrante, resultado de ubicar las aves muertas distantes de cada pared 15 cm y alcanzar una altura de 0,10 m por encima de la mortalidad, se procede a determinar la cantidad de pollinaza en Kg para esta franja restando el volumen de la mortalidad del generado por la superficie del cajón con una altura de 0,20 m, como se plantea en la ecuación (10).

$$\text{Volumen 2da capa pollinaza} = (\text{Superficie cajón} \times 0,20 \text{ m}) - V.\text{capa mortalidad} \quad (10)$$

Para esta capa se determina un volumen de $0,277 \text{ m}^3$ que abarcará 391 Kg de pollinaza.

Cantidad de capas

Considerando que la altura del cajón es de 1,60 m, se determinada a continuación la cantidad de capas tanto de pollinaza como de aves muertas que puede contener cada compartimiento, como muestra la tabla 38.

Tabla 38. Resumen de la cantidad de capas

Material de la capa	Ubicación dentro del cajón	Altura individual de la capa (m)	Cantidad	Total (m)
Pollinaza 1	Base y en la cima del cajón	0,20	2	0,40
Aves muertas	Intermedio	0,10	6	0,60
Pollinaza 2		0,10	6	0,60
TOTAL			14	1,60

Fuente: SESA- CONAVE- IICA.

Elaborado por: El investigador.

El cajón requiere de 14 capas en total para ser llenado, de las cuales 8 son de pollinaza.

Cantidad de material para cada cajón

A continuación se presenta en la tabla 39, un resumen de los valores tanto de pollinaza y aves muertas determinadas para cada capa, cantidades que permitirán conocer el contenido total que cada cajón podrá abarcar.

Tabla 39. Cantidad de material por capa

Material de la capa	Altura individual de la capa (m)	Cantidad de capas	Volumen c/capa (m ³)	Cantidad de material que abarca c/capa	Total
Pollinaza 1	0,20	2	0,402	567 Kg	1134 Kg
Aves muertas	0,10	6	0,125	14 unidades	84
Pollinaza 2	0,10	6	0,277	391 Kg	2 346 Kg

Fuente: SESA- CONAVE- IICA.

Elaborado por: El investigador.

Cada cajón en promedio requerirá de 84 aves muertas de un peso promedio de 1,5 Kg y 3 480 Kg de pollinaza para ser llenado. Dado que en todo el plantel avícola se presenta un índice de mortalidad del 4,33%, se deberá dar tratamiento en la compostera a 3031 aves muertas, residuo que se genera en 6 meses con 15 días como muestra la fig. 59, al producirse las 70000 aves y mediante relación de datos se determina la cantidad de pollinaza necesaria, resultando 125570 Kg. Dicha cantidad será provista por el centro de producción de La Cangagua que da lugar a 61920 Kg y por el núcleo de Santa Rosa, que genera 41280 Kg; cifras que suman 103200 Kg, siendo insuficiente este total, se determina que 22370 Kg faltantes, se cubrirán con 25800 Kg procedentes del centro de Potrerillos, y la cantidad sobrante se destinara a la producción de biogás.

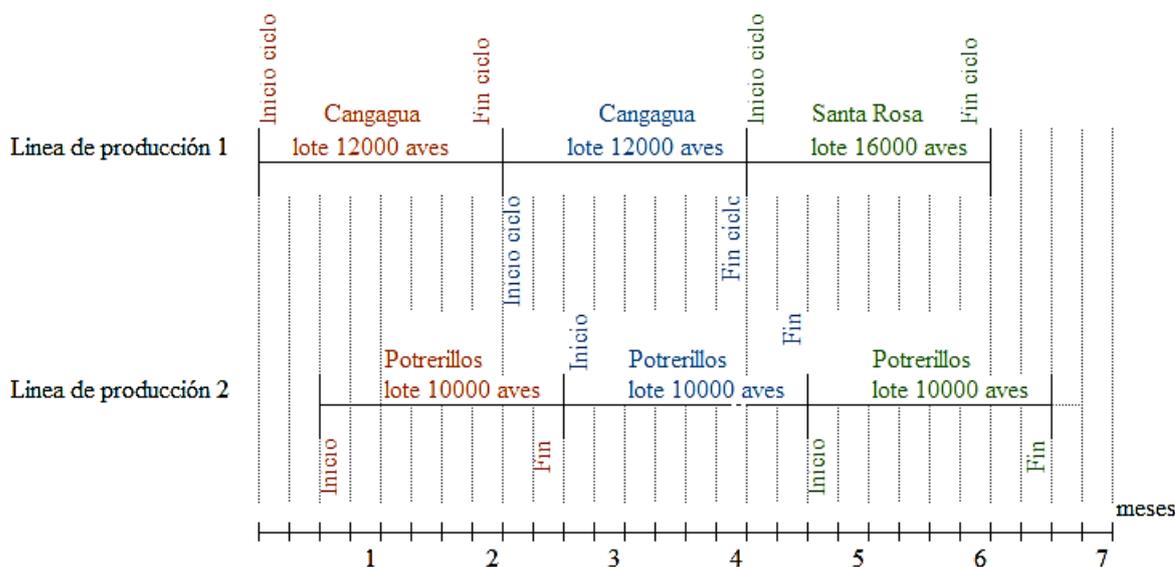


Fig. 59. Líneas de producción de la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Fuente: Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda.

Elaborado por: El investigador.

Análisis de Factibilidad

El presente análisis de factibilidad tiene por objeto evaluar económicamente la propuesta de compostaje de aves muertas, a fin de calcular la inversión total necesaria para ponerlo en marcha, los costos de operación, depreciaciones, ingresos, estados de pérdidas y ganancias, flujo de fondos y determinar los beneficios esperados, el VAN, TIR y demás indicadores financieros que garanticen la viabilidad del proyecto.

- **Plan de Producción**

Dado que en todo el plantel avícola se presenta un índice de mortalidad del 4,33%, se deberá dar tratamiento en la compostera a 3031 aves muertas con un peso promedio de 1,5 Kg que suman en total 45467 Kg, más 125570 Kg de pollinaza, se habrá producido en 6 meses 130117 Kg y al año 260234 Kg de material para compostaje y considerando que este proceso reduce en un 40% el peso de la materia orgánica [35], se determina que anualmente se genera 156140 Kg de compost, con lo cual se producirá 3904 sacos de 40 Kg.

El plan de producción de compost anualmente se presenta en la tabla 40.

Tabla 40. Plan de producción de la producción de compost.

Plan de producción					
Concepto	Años				
	1	2	3	4	5
Sacos de 40 Kg de compost	3904	3904	3904	3904	3904

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

Se ha previsto fabricar 3904 quintales de compost, producción que está se encuentra en función a la cantidad de aves muertas producidas diariamente.

- **Inversiones**

Terreno para el área de compostaje.

La caseta de compostaje está dividida en las áreas de operación, maduración, almacenamiento y administración. El costo de estas instalaciones depende del área total y de los materiales de construcción [31].

El área se puede calcular con la siguiente ecuación y bajo el supuesto: Periodo de preparación para la maduración 30 días y altura de pilas 1.5m. (Se considera un factor de 1.3 para áreas de circulación).

Dado que la materia prima para compostaje se fracciona, se utiliza la ecuación (11) para determinar el área necesaria a ocupar:

$$A = MP \times 0,704 \tag{11}$$

Donde:

A = Área requerida en metro cuadrados (m^2).

MP = Materia orgánica a procesar en toneladas por año.

Considerando que al año se genera 260234 Kg de material para compostaje, cantidad determinada en el plan de producción, se requiere de un área de compostaje de:

Área de compostaje= 183,20 m^2 .

Considerando posibles eventualidades, el área del terreno se aproxima a 200 m^2 y dado que no existe una tabla, el costo de la tierra se define según la oferta y la demanda y si se ubica en un sector aislado y sin servicios básicos, el precio es más bajo [36].

Dado que el área de compostaje debe estar cerca al lugar de generación de la materia prima, el terreno que se seleccione estará alejado de la población y de las vías principales, contando solo con el suministro de agua de riego.

Es de conocimiento popular que el costo por metro cuadrado de terreno por el sector Potrerillos, varía entre \$5 y 8, por cuánto se toma un promedio para determinar el precio del terreno, siendo de \$6,5.

Precio del terreno= \$1300.

Costos de la infraestructura para la planta de compostaje.

Dentro de la inversión encontramos los costos de la infraestructura, que corresponde todo tipo de construcciones y servicios básicos creados para la implementación del proyecto. Los elementos que se cuentan dentro de este parámetro son [37]:

- Edificios o galpones.
- Centros de almacenamiento.
- Adecuación de cisternas, tomas de agua, canales de riego, etc.
- Construcción de lechos.
- Adecuación de vías de acceso.

Para el cálculo del coste total de la infraestructura se ha utilizado datos bibliográficos de proyectos de compostaje en el Ecuador, de los cuales se han seleccionado los siguientes por contar con información del monto inversión, capacidad de planta y por el tipo de

infraestructura utilizada que se asemeja a la diseñada en esta investigación, como muestra la tabla.

Los proyectos de compostaje que participaron en el estudio fueron:

- Proyecto de compostaje en la ciudad de Puyo provincia de Pastaza, a cargo de la Fundación Saar Entza.
- Planta industrial de Compostaje de la ciudad de Guaranda, ubicada en la comunidad de Joyocoto, provincia de Bolívar.
- Proyecto de investigación técnica para compostaje de desechos del mercado Amazonas realizado por la Universidad Técnica del Norte en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura.

Considerando una densidad de 612 kg/m³ para los residuos orgánicos [38], se determina la capacidad anual de cada planta correspondiente a cada proyecto, como se muestra en la tabla 41.

Tabla 41. Proyectos de compostaje que participan en el estudio

Proyectos	Monto	Capacidad de la planta	Capacidad de la planta anual
De Compostaje	En dólares		toneladas
Puyo	5.845,29	27,97 m ³ /mes	205,41
Guaranda	18.000,00	53 t/mes	636
U.T. Ibarra	7.690,50	36.8 m ³ /mes	270,26

Fuente: DED/ Ilustre Municipalidad de Loja, Fundación Natura - REPAMAR - CEPIS - G.T.Z.
Elaborado por: El investigador.

A partir de la ecuación (12), obtenida mediante la línea regresión, como se puede apreciar en la Fig. 60, es posible calcular el costo de la infraestructura de la planta de compostaje que se está diseñando, a partir de la capacidad de la misma.

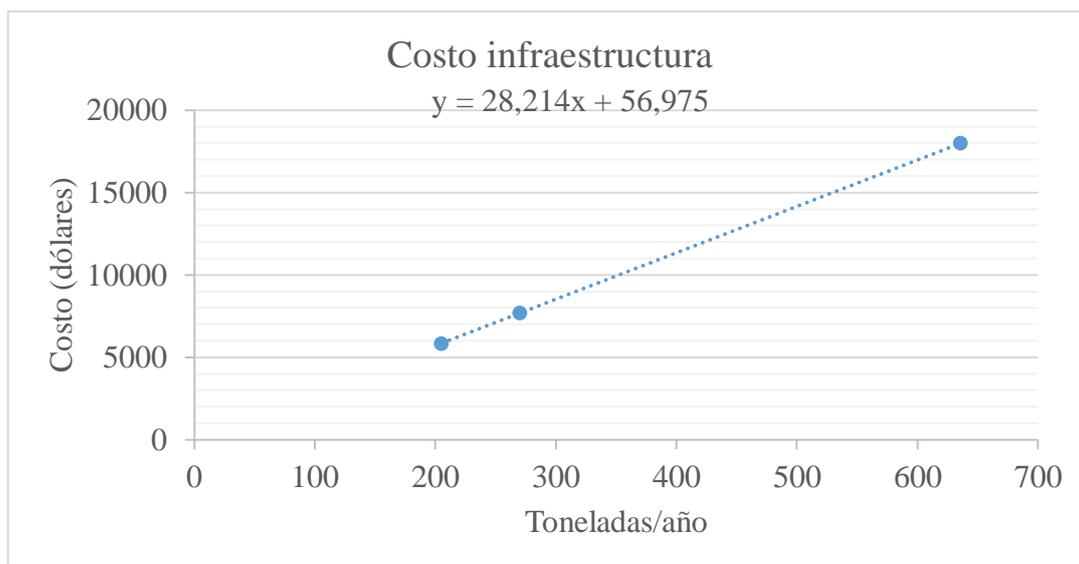


Fig. 60. Inversión necesaria para la construcción de la planta.

Elaborado por: El investigador.

$$y = 28,214x + 56,975 \quad (12)$$

Dónde:

y: Costo total de inversión de la infraestructura en dólares.

x: Cantidad de residuos a procesar en la planta en toneladas/año.

Considerando que a la planta entran 260,23 toneladas/año, el costo total de inversión de la infraestructura es de:

Costo total de inversión de la infraestructura= \$7399,1

Muebles y enseres

Para el área de administración, se considera oportuno la adquisición de los siguientes elementos, que se describen en la tabla 42.

Tabla 42. Costo de inversión de muebles y enseres.

Costo de inversión de muebles y enseres				
Rubro	Unidad de Medida	Costo Unitario	Cantidad	Valor (USD)
Escritorios	unidad	70	1	70
Archivadores	unidad	110	1	110
Sillas ergonómicas	unidad	18	4	72
Total				252

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

La inversión estimada en muebles y enseres es de \$ 252.

Equipo de cómputo

Así mismo, para el área de administración, se considera la compra de los equipos que se describen en la tabla 43,

Tabla 43. Costo de inversión de equipo de cómputo

Costo de inversión de equipo de cómputo				
Rubro	Unidad de Medida	Costo Unitario	Cantidad	Valor (USD)
Computador de escritorio	unidad	670	1	670
Impresora	unidad	170	1	170
			Total	840

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

La inversión estimada en equipo de cómputo es de \$ 840.

Máquinas y equipos

Importación de maquinaria: Molino de martillo (Anexo 13).

Se requiere de un molino de martillos especializado en la trituración de compost, maquinaria que no se encuentra disponible en el mercado nacional, por tanto deberá ser importada y siendo importante conocer su costo total de importación para determinar la inversión, se detalla a continuación su análisis de importación, iniciando con el cálculo del valor del CIF (costo y flete) como se indica en la tabla 44.

Tabla 44. Valor CIF (Costo y Flete)

Razón	Descripción	Costo
+Precio FOB	Costo de la mercadería en la factura (Anexo 8)	6000
+Flete	\$1,50 por cada kilo de los bienes tributables (800 Kg)	1200
= Costo y Flete		7200
+Seguros	2% de la suma del Precio FOB + Flete	144
= TOTAL CIF		7344

Fuente: Servicio Nacional de Aduana del Ecuador.

Elaborado por: El investigador.

Finalmente se determina el costo de la importación como se muestra en la tabla 45.

Tabla 45. Costo total de la importación

Arancel	Equivalencia	Costo
AD-VALOREM (Arancel cobrado a las mercancías y administrado por la Aduana del Ecuador)	20% del CIF	1468,8
FODINFA (Fondo de desarrollo para la infancia, administrado por el INFA)	0,5% del CIF	36,72
I.C.E. (Impuesto a los consumos especiales, administrado por el SRI).	No aplica	0
Subtotal (CIF + ADV + FODINFA + ICE + RECARGO)		8849,52
I.V.A. (Impuesto al valor agregado, administrado por el SRI)	14% del subtotal	1238,98
TOTAL IMPUESTOS		10088,45

Fuente: Servicio Nacional de Aduana del Ecuador.

Elaborado por: El investigador.

El costo total de importación del molino de martillos desde China es \$ 10088,45.

Los costos de las máquinas y equipos se detallan a continuación en la tabla 46:

Tabla 46. Costo de inversión de máquinas y equipos.

Costo de inversión de máquinas y equipos				
Rubro	Unidad de Medida	Costo Unitario	Cantid ad	Valor (USD)
Máquina de coser sacos (Anexo 14)	máquina	230	1	230
Balanza electrónica (Anexo 15)	balanza	272	1	272
Molino de martillo (Anexo 13)	molino	10088,45	1	10088,45
Termómetro de bayoneta (Anexo 15)	termómetro	42	1	42
			Total	10632,45

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

La inversión estimada en máquinas y equipos es de \$ 10632,45.

Herramientas

Las unidades de compostae deben estar dotadas con elementos necesarios para las labores de entierro, volteo y evacuación, las cuales no deben salir de ésta área [26] y se citan en la tabla 47.

Tabla 47. Costo de inversión de herramientas

Costo de inversión de herramientas				
Rubro	Unidad de Medida	Costo Unitario	Cantidad	Valor (USD)
Palas	pala	10,32	2	20,64
Escobas	escoba	2,75	2	5,50
Azadones	azadón	10,00	2	20,00
Rastrillos	rastrillo	12,00	2	24,00
Machete	machete	18,99	2	37,98
Carretilla	carretilla	59,25	2	118,50
Regaderas	regadera	27,00	2	54,00
Total				280,62

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

La inversión estimada en herramientas es de \$ 280,62.

Costos de inversión

A continuación en la tabla 48, se detallan de forma resumida los costos totales de los activos necesarios para el tratamiento de las aves muertas a través del compostaje.

Tabla 48. Presupuesto de inversión activo fijo

Inversión para el tratamiento de las aves muertas a través del compostaje	
Rubro	Valor (USD)
-Terreno para la compostera	1.300
Total construcciones e infraestructura	7.399
Total muebles y enseres	252
Total equipo de cómputo	770
Total máquinas y equipos	10.633
Total herramientas	281
Estudio de factibilidad	1000
Capacitación personal técnico	500
Imprevistos 3%	664,03
Inversión total	22.798

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

El valor de la inversión para el tratamiento de las aves muertas a través del compostaje es de \$ 22.798, tomando en cuenta un 3% de imprevistos al considerarlo de bajo riesgo.

- **Proyección de Inversiones**

A continuación en la tabla 49, se presenta la proyección de inversiones hasta el 6 año, tiempo en el que se da lugar a la primera reposición de equipos y maquinaria.

Tabla 49: Proyección inversiones de la propuesta de compostaje de aves muertas

Proyección de inversiones de la propuesta de compostaje de aves muertas (USD)							
Rubro	Años						
	0	1	2	3	4	5	6
Terrenos	1.300						
Construcciones e instalaciones	7.399						
Maquinaria y equipo industrial	10.633	0					
Herramientas	281						
Muebles y enseres		252					
Equipo de cómputo		770	30	30	30	30	30
Capital de trabajo		4.207					
Estudio de factibilidad	1.000						
Capacitación personal técnico	500						
Reposición de Equipos y Maquinaria							1.303
Imprevistos (3%)	633	156,8601	0,9	0,9	0,9	0,9	39,98
Total Inversiones	21.746	5.386	31	31	31	31	1.373

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

El capital de trabajo se da lugar en el primer año de operación ya que es con este recurso con el que se operará cada ciclo y se reinvertirá en los posteriores. Por otro lado los equipos de cómputo hacen referencia a actualización de software, instalaciones y otros y en cuanto a los enseres a la adquisición de muebles.

- **Capital de trabajo**

Se utiliza el método del periodo de ciclo productivo para determinar el capital de trabajo, considerando para el cálculo 65 días; considerando 60 días para el tratamiento y lo restante para su comercialización. A continuación en la tabla 50, se detalla la inversión del capital de trabajo.

Tabla 50. Capital de trabajo para la producción de compost

Capital de trabajo (USD)		
Rubro	Días	Valor
+ Materia prima, materiales, suministros y publicidad	65	174
Mano de obra directa e indirecta (efectivo)	65	1.818
+ Inventario productos terminados	15	1.109
+ Cuentas por cobrar	15	1.109
- Cuentas por pagar	30	4
Total	65	4.207

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

El capital de trabajo necesario para cada ciclo de producción es de \$ 4.207.

- **Costos y Gastos de Operación.**

Requerimientos de personal

Área de producción

Para estimar el personal requerido para compostaje se usa la ecuación (13) [31].

$$T = \frac{PB}{5} \quad (13)$$

Donde:

T = Número de trabajadores en compostaje

PB = toneladas diarias de materia prima trabajada = 260,234 ton/365 = 0.71 ton/día

$$T = (0.71 \text{ ton/día}) / 5$$

T = **1 persona.**

Costos de personal: 1 obrero para 3 toneladas diarias, 1 técnico o ingeniero forestal con buenos conocimientos de biología para la supervisión del trabajo (puede ser a la mitad del tiempo en plantas pequeñas) [39].

A partir de lo antepuesto, se establece que el personal laborara media jornada y los salarios a percibir se detallan a continuación en la tabla 51:

Tabla 51. Mano de obra directa para el proceso de compostaje.

Mano de obra directa	Unidad	Cantidad	Valor Unit.	Valor Total
1 Elaborador de compost	mes	12	200	2400
1 Técnico o ingeniero forestal	mes	12	400	4800
Total				7200

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

El costo anual de la mano de obra directa para el proceso de compostaje \$7200.

Área de administración

Se considera necesario contratar un administrador de medio tiempo de la compostera que coordine las tareas y administre, cuyo salario se muestra en tabla 52.

Tabla 52. Mano de obra indirecta para el proceso de compostaje.

Mano de obra indirecta para el proceso de compostaje				
Mano de obra indirecta	Unidad	Cantidad	Valor Unit.	Valor Total
Administrador	mes	12	300	3600

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

Materia prima

A continuación se establece cantidades necesarias de materia prima para la elaboración de compost durante un año.

1. Pollinaza:

–Cantidad anual de pollinaza ocupada = 260,234 ton (Cantidad determinada en la sección: Plan de Producción).

2. Aves muertas:

Tomando en cuenta que la capacidad de la avícola es de 70000 aves, el índice de mortalidad es de 4,33% (Índice determinado en la sección: Medición de residuos) y que al año se dan lugar dos ciclos, la cantidad anual de aves muertas se determina a través de la ecuación (14):

$$\text{—Cantidad anual de aves muertas} = \text{capacidad de la avícola} \times \text{índice de mortalidad} \times \text{cantidad de ciclos al año} = \quad (14)$$

$$\text{Cantidad anual de aves muertas} = 6062$$

Dado que la pollinaza y las aves muertas son un excedente de la producción de cría y engorde de pollos no tienen costo alguno.

3. Agua:

Considerando que por cada ave es necesario administrar como máximo 300 ml [26] y que anualmente se producen 6062 aves muertas, se determina a través de la ecuación (15) que la cantidad de agua es:

$$\text{—Cantidad anual de agua ocupada} = \frac{300 \text{ ml}}{\text{ave}} \times \text{Cantidad anual de aves muertas} \quad (15)$$

$$\text{Consumo anual de agua} = 1818600 \text{ ml} = 1818,6 \text{ lt} = 1,82 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo mensual de agua} = \frac{1,82 \text{ m}^3}{12 \text{ meses}} = 0,15 \text{ m}^3$$

Para determinar el costo del consumo anual del agua, se utiliza como referencia el siguiente pliego tarifario, como muestra la Tabla 53.

Tabla 53. Pliego tarifario de agua potable 2016.

Categoría	Rangos de consumo (m ³)	Cargo por disponibilidad (dólares/mes)	Cargo variable (dólares/mes)
Residencial	0-20	\$3,10	\$0,41
	21-25	\$3,10	\$0,62
	26-40	\$3,10	\$0,67
	más de 40	\$3,10	\$0,72
Comercial	0-50	\$4,14	\$0,83
	más de 50	\$4,14	\$1,24
Industrial	0-50	\$4,14	\$0,83
	más de 50	\$4,14	\$1,24

Fuente: Ilustre municipalidad de Cuenca-ETAPA-EP.

Elaborado por: El investigador.

Siendo para este caso una categoría de tipo industrial y encontrándose el consumo presente en el rango 0-50, el costo mensual del agua se determina a través de la ecuación (16).

$$\text{Costo del consumo mensual del agua} = \text{cargo por disponibilidad} + \text{cargo variable} \quad (16)$$

$$\text{Cargo por disponibilidad} = \$4,14$$

$$\text{Cargo variable} = \text{Consumo mensual de agua} \times \$0,83$$

$$\text{Cargo variable} = 0,13$$

$$\text{Costo del consumo mensual del agua} = \$ 4,27$$

$$\text{Costo del consumo anual del agua} = \$4,27 \times 12 \text{ meses} = \$ 51,24$$

A continuación, en la tabla 54, se presenta un resumen de la cantidad y costos anuales de la materia prima.

Tabla 54. Resumen de la cantidad y costos anuales de la materia prima

Resumen de la cantidad y costos anuales de la materia prima				
Materia Prima	Unidad	Cantidad	Valor Unit.(USD)	Valor Total (USD)
Pollinaza	ton	260,2	0,00	0
Aves muerta	unidad	6062	0,00	0
Agua	mes	12	4,27	51,24
Total				51,24

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

Anualmente, se gasta por concepto de materia prima \$ 51,24.

Materiales Indirectos

1. Costales:

–Cantidad anual de costales ocupados es igual a la cantidad anual de bultos de 40 Kg de compost.

La cantidad anual de bultos de 40 Kg de compost es de 3904 unidades, cifra determinada en la sección: Plan de producción, por tanto:

Cantidad anual de costales ocupados = 3904 unidades

Los 4500 costales no involucran ningún costo debido a que se obtienen de la materia prima para la elaboración de balanceados.

2. Hilo industrial:

La cantidad de metros de hilo industrial se calcula a través de la ecuación (17).

-Cantidad de metros de hilo industrial= Cantidad anual de costales ocupados x 2 metro de hilo. (17)

Cantidad de metros de hilo industrial= 7808 metros.

Considerando que cada metro, cuesta \$ 0,02, anualmente se gastara en hilo industrial \$ 156,16.

3. Equipo de protección personal:

El equipamiento para cada persona encargada del compostaje constará de 2 overoles por año, 6 pares de guantes por año, 1 par de botas/año [39], como se muestra en la tabla 55.

Tabla 55. Equipo de protección personal.

Equipo de protección personal				
Rubro	Unidad de medida	Costo unitario	Cantidad	Valor (USD)
Overol	unidad	20	2	40
Guantes	pares	2	6	12
Botas	par	60	1	60
Total				112

Fuente: Escuela Politécnica Nacional.

Elaborado por: El investigador.

El costo por cada kit de equipamiento de protección personal es de \$ 112.

A continuación, en la tabla 56, se presenta un resumen de la cantidad y costos anuales de los materiales indirectos.

Tabla 56. Resumen de la cantidad y costos anuales de los materiales indirectos.

Materiales indirectos	Unidad	Cantidad	Valor Unit.(USD)	Valor Total (USD)
Costales	unidad	3904	0,00	0
Hilo industrial	metro	7808	0,02	156,16
Equipo de protección personal	de kit	2	112	224
Total				380,16

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

Suministros y Servicios

Los costos de los servicios requeridos se detallan a continuación en la tabla 57.

Tabla 57. Costos de los suministros y servicios.

Costos de los suministros y servicios				
Suministros y Servicios	Unidad	Cantidad	Valor Unit.(USD)	Valor Total USD)
Electricidad	mes	12	10	240
Internet	mes	12	23	274
Total				514

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

- **Costos y gastos de operación**

Los costos necesarios para mantener la producción de compost, se detallan en la tabla 58.

Tabla 58. Resumen costos de operación del compostaje de aves muertas

Resumen costos y gastos de operación (USD)						
RUBRO	AÑOS					
	1	2	3	4	5	6
Materia Prima Industria	51	51	51	51	51	51
Mano de Obra Directa Industria	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200
Materiales Indirectos Área Industrial	380	380	380	380	380	380
Suministros y Servicios	514	514	514	514	514	514
Reparación y Mantenimiento Industria (1% del valor de inversión)	218	218	218	218	218	218
Seguros (1% del valor de inversión)	218	218	218	218	218	218
Imprevistos (3%)	257	257	257	257	257	257
Total Costo de Producción	8.838	8.838	8.838	8.838	8.838	8.838
Gastos de Administración						
Gastos de personal	3.708	3.708	3.708	3.708	3.708	3.708
Imprevistos (3%)	111	111	111	111	111	111
Total Gastos de Administración	3.819	3.819	3.819	3.819	3.819	3.819
Gastos de Ventas						
Publicidad y Promoción	100	100	100	100	100	100
Imprevistos (3%)	3	3	3	3	3	3
Total Gastos de Ventas	103	103	103	103	103	103
Gastos Financieros						
Interés bancario	2.400,00	2.022,22	1.599,10	1.125,21	594,45	0,00
Total Costos y Gastos de Operación*	10.953	14.782	14.359	13.885	13.355	12.760

* Se descuenta el capital de trabajo en el primer año

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

El costo total de operación necesario para poner en marcha la producción de compost es de \$ 10.953 para el primer año.

- **Depreciaciones**

Los activos fijos con el tiempo tienden a desgastarse y a perder valor, por cuanto la depreciación tiene por objeto acumular fondos que permitan restituir los bienes desgastados. A continuación se describe en la tabla 59, la depreciación de los activos fijos a través del método de línea recta.

Tabla 59. Depreciación de los activos fijos de la propuesta de compostaje.

Depreciación de activos fijos					
ACTIVO	VALOR INICIAL US\$	VALOR SALVAMEN TO US\$	VIDA ÚTIL Años	CUOTA DEPRECIACIÓN US\$	VALOR RESIDUAL
Construcciones e infraestructura	7.399	740	25	266	740
Muebles y enseres	252	25	5	45	25
Equipo de cómputo	770	77	5	139	77
Maquinaria y equipo industrial	10.633	1.063	10	957	1.063
Herramientas	281	28	5	51	28
TOTAL	19.334			1.458	1.933

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

Financiamiento

La inversión estimada para iniciar el proyecto es de \$ 21.770, como es posible observar en la tabla 60, valor que se plantea financiar de la siguiente manera: con un préstamo de \$20000 y lo restante aportado por la empresa.

Tabla 60. Forma de financiamiento

Financiamiento		
Monto	20.000	USD
Interés	12	%
Plazo	5	años

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

Amortización del crédito

El método empleado para la amortización es el tipo francés, en el que los primeros años se paga más interés que capital y lo contrario en los últimos pagos, logrando un equilibrio económico del proyecto, al cancelar cuotas constantes.

A continuación la tabla 61, se muestra las amortizaciones del proyecto de compost.

Tabla 61: Tabla de Amortización del crédito de la propuesta de compostaje:

Tabla de amortización del crédito						
Año	Valor Adeudado	Cuota Amortización	Interés	Capital	Saldo	
1	20.000	5.548	2.400	3.148	16.852	
2	16.852	5.548	2.022	3.526	13.326	
3	13.326	5.548	1.599	3.949	9.377	
4	9.377	5.548	1.125	4.423	4.954	
5	4.954	5.548	594	4.954	0	

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

Ingresos y precio de venta

Antes de determinar los ingresos es necesario establecer el costo unitario del costo de 40 kilos de compost, a partir de la ecuación (18), considerando un costo total de operación de \$ 16.972 y 3605 unidades de producción anual.

$$\text{Costo unitario} = \frac{\text{Costo total de operación}}{\text{Cantidad de unidades}} \quad (18)$$

Resulta un costo unitario de \$ 3,80.

Considerando que dentro del mercado se puede apreciar que los valores a los que se oferta el saco de 45 Kg. de compost está entre 6 USD y 8 USD [40], se determina el precio de venta al público, considerando una rentabilidad del 60 % a partir de la ecuación (19).

$$\text{Precio de venta} = \text{costo unitario} + (\text{costo unitario} \times \% \text{ rentabilidad}) \quad (19)$$

El precio de venta al público de sacos de 40 Kg de compost en base a aves muertas y pollinaza es de \$ 6,06, de manera que sea asequible para los pequeños agricultores.

Los ingresos a percibir año a año si la producción de pollo de engorde no se incrementa, se muestran en la tabla 62.

Tabla 62. Proyección de los ingresos por la venta de compost

Proyección de los ingresos			
RUBRO	AÑOS		
	1	2	3 - 10
Saco de 40 Kg de compost	23.658	23.658	23.658

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

Los ingresos a percibir por la venta de compost en base a aves muertas y pollinaza son de \$23.658.

Estado de Pérdidas y Ganancias.

A continuación en la tabla 63, se presenta de forma resumida los ingresos y gastos generados en el proceso de compostaje hasta el año sexto a fin de conocer si el proceso de compostaje presenta pérdidas o ganancias. En cuanto a la liquidación del impuesto a la renta para el caso se aplica una tarifa del 10% a la base imponible, como indica la tabla dispuesta por el SRI para el presente año (Anexo 16).

Tabla 63. Estado de pérdidas y ganancias de la propuesta de compostaje

Estado de pérdidas y ganancias (USD)						
Rubro	Años					
	1	2	3	4	5	6
Ingresos por ventas	23.658	23.658	23.658	23.658	23.658	23.658
-Costos Producción	8.838	8.838	8.838	8.838	8.838	8.838
= Utilidad Bruta en Ventas	14.820	14.820	14.820	14.820	14.820	14.820
-Gastos en Ventas	103	103	103	103	103	103
=Utilidad neta en ventas	14.717	14.717	14.717	14.717	14.717	14.717
-Gastos de Administración	3.819	3.819	3.819	3.819	3.819	3.819
=Utilidad neta en operaciones	10.898	10.898	10.898	10.898	10.898	10.898
-Depreciaciones	1.458	1.458	1.458	1.458	1.458	1.458
=Utilidad antes de financiamiento	9.440	9.440	9.440	9.440	9.440	9.440
-Gastos financieros	2.400	2.022	1.599	1.125	594	0
=Utilidad neta antes de impuestos	7.040	7.418	7.841	8.315	8.846	9.440
-Reparto de utilidades (15%)	1.056	1.113	1.176	1.247	1.327	1.416
=Utilidad antes de impuesto a la renta	5.984	6.305	6.665	7.068	7.519	8.024
-Impuesto a la renta (25%)	598	631	667	707	752	802
=Utilidad Neta	5.386	5.675	5.999	6.361	6.767	7.222
+Depreciaciones	1.458	1.458	1.458	1.458	1.458	1.458
=Pérdida o Ganancia	6.844	7.133	7.456	7.819	8.225	8.680
Porcentaje sobre ventas	29	30	32	33	35	37

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

- **Flujo de caja**

El análisis del flujo de caja se lleva a cabo hasta el sexto año con el objeto de conocer la liquidez de la empresa a través del flujo neto, valor obtenido de la diferencia de los ingresos y egresos, como se presenta en la tabla 64.

Tabla 64. Flujo de caja de la propuesta de producción de compost

Rubro	Flujo de caja (USD)						
	Años						
	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos:							
Ventas		23.658	23.658	23.658	23.658	23.658	23.658
Préstamo	20.000						
Aporte Capital Propio	6.651						
Total Ingresos	26.651	23.658	23.658	23.658	23.658	23.658	23.658
Egresos:							
Inversiones	26.651	5.131	31	31	31	31	1.342
Costos y Gastos de Operación		11.201	14.782	14.359	13.885	13.355	12.760
Reparto de utilidades		1.056	1.113	1.176	1.247	1.327	1.416
Impuesto a la renta		598	631	667	707	752	802
Amortización del Crédito		3.148,19	3.525,98	3.949,10	4.422,99	4.953,75	5.548,19
Total Egresos	26.651	21.134	20.082	20.182	20.293	20.418	21.868
Flujo Neto	0	2.524	3.576	3.476	3.365	3.240	1.790

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

- **Flujo de fondos**

El análisis del flujo de fondos presenta el efectivo generado y muestra cómo se va cubriendo las obligaciones de inversión, operación, impuestos y reparto de utilidades, descrito en la tabla 65.

Tabla 65. Flujo de fondos de la propuesta compostaje

Flujo de fondos (USD)							
Rubro	Años						
	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos:							
Ventas		23.658	23.658	23.658	23.658	23.658	23.658
Valor Residual						130	
Total Ingresos		23.658	23.658	23.658	23.658	23.789	23.658
Egresos:							
Inversiones	26.651	5.131	31	31	31	31	1.342
Costos y Gastos de Operación		11.201	14.782	14.359	13.885	13.355	12.760
Reparto de utilidades		1.056	1.113	1.176	1.247	1.327	1.416
Impuesto a la renta		598	631	667	707	752	802
Total Egresos	26.651	17.986	16.556	16.233	15.870	15.464	16.320
Flujo Neto	-26.651	5.672	7.102	7.425	7.788	8.324	7.338

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

A partir del análisis del flujo de fondos es posible establecer que no existe déficit de fondos, por lo cual el proceso de compost es solvente y rentable al presentar resultados económicamente positivos.

- **Indicadores financieros**

A partir de los datos expresados en la tabla 66, se analizará la situación financiera del proyecto de compostaje de las aves muertas en conjunto con la pollinaza de la siguiente manera

Tabla 66. Indicadores financieros de la propuesta de compostaje

Indicadores financieros	
Ingresos Act. (0.18) =	106.749
Egresos Act. (0.18) =	98.280
RBC (0.18) =	1,09
VAN (0.18) =	\$ 8.468
TIR	25,48%

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

RBC. Relación Beneficio Costo: Para este caso la relación beneficio costo es mayor a 1, al alcanzar un valor de 1,09, lo que indica que la inversión se recuperó satisfactoriamente y además se obtuvo una ganancia adicional, es decir que por cada dólar invertido, se recobra su valor y se consigue un ingreso extra de \$ 0,09.

VAN: El valor actual del dinero que recibirá a futuro el proyecto es de \$ 8.468, siendo este valor mayor a 0, se establece que flujos de efectivo cubrirán los costos totales y la inversión, quedando además un excedente; en consecuencia la decisión adecuada es ejecutar el proyecto.

TIR: La tasa interna de retorno ha resultado igual a 25,48%, al ser este valor mayor a la tasa de actualización (18%), significa que el proyecto es rentable y por cuanto es ejecutable.

PRI. Periodo de Recuperación de la Inversión: se refiere al tiempo que se lleva en recuperar la inversión del proyecto, factor que indica que tan rentable y peligroso es, partiendo de la premisa que mientras corto sea el periodo, menor es el riesgo.

El cálculo del PRI inicia empleando los valores del flujo de fondos que se pueden apreciar en la tabla 65, para efectuar una suma acumulada hasta alcanzar el valor de la inversión cuyo monto es \$ 21770 establecido en la tabla 48, y el detalle de la deducción del PRI en la tabla 67.

Tabla 67: Cálculo para el Periodo de Recuperación de la Inversión

Año	Flujo	Flujo acumulado
1	5.672	5.672
2	7.102	12.774
3	7.425	20.200
4	7.788	27.988

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

La suma acumulada de los flujos netos indica que para el cuarto año la inversión se cubriría totalmente, con un excedente por demás; por tanto a fin de conocer el tiempo exacto en el que se recupera la inversión se procede con a realizar lo siguiente:

1. Determinar el costo no recuperado: valor que se obtiene al restar de la inversión el monto del periodo anterior a la recuperación (\$20.200) a través de la ecuación (20).

Costo no recuperado= Inversión – Flujo acumulado del periodo anterior a la recuperación (20)

Costo no recuperado= \$ 1.570.

2. Dividir el costo no recuperado para el valor del flujo acumulado del periodo posterior a la recuperación.

$$\frac{\$ 1.570.}{\$ 27.988} = 0,06$$

3. Determinar el PRI exacto para lo cual se suma el periodo anterior a la recuperación de la inversión al valor determinado en el paso 2.

PRI= 3,06 años

Para conocer cuantos meses y días deben transcurrir después de los tres años para cubrir la inversión se procede a aplicar regla de tres con el conocimiento de que un año tiene 12 meses y un mes 30 días

Por tanto, PRI del proyecto de compostaje de aves muertas es igual a 3 años y 22 días.

4.7.4. Viabilidad para la implementación de biodigestores para el tratamiento de la pollinaza.

A continuación se pre-dimensiona y determina costos para la propuesta de biodigestión.

Pre-dimensionamiento del biodigestor.

Básicamente tomará en cuenta la demanda eléctrica del núcleo de Potrerillos, a partir de la pollinaza sobrante de este sitio, con la seguridad de que será suficiente, dado que 1 Kg de pollinaza produce 0,049 m³ de biogás y 1m³ equivale aproximadamente a 2kWh de energía eléctrica [27].

1. Datos de la zona de ubicación del biodigestor

Ubicación política y características geográficas de Pujilí

- Ubicación: Se localiza en la región interandina del Ecuador, en la zona Centro – Occidental de la Provincia de Cotopaxi, a 10 km. al Oeste de la ciudad de Latacunga, capital de la cabecera provincial.
- División política: el Cantón políticamente se encuentra dividido como se observa en la Fig. 61, en siete parroquias, una urbana y seis rurales: Parroquia urbana: Pujilí como cabecera cantonal (Matriz). Parroquias rurales: La Victoria, Guangaje, Zumbahua, Angamarca, Pilaló y El Tingo.

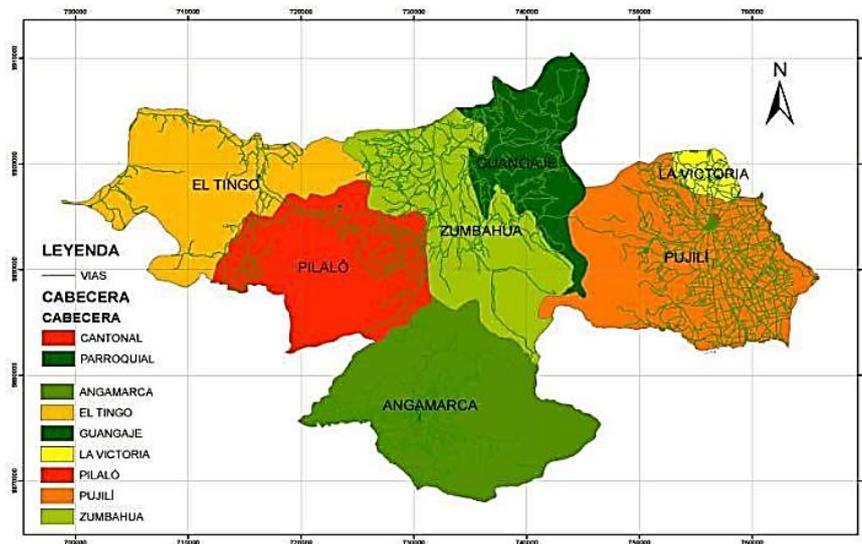


Fig. 61. Distribución política del Cantón Pujilí
Fuente: GAD Municipal del cantón Pujilí

- Superficie: Pujilí es el cantón más extenso después de Latacunga, tiene una superficie de 1.289 km² y el área urbana tiene una extensión de 90 km².

Disposición de desechos sólidos

El servicio de recolección de basura en el Cantón Pujilí es insuficiente, por tanto la mayor parte de ella es quemada, enterrada, arrojada a los terrenos, ríos y acequias, entre otros; formas que afectan negativamente a las vertientes de aguas y dan lugar a focos de contaminación ambiental, que repercuten incluso en problemas de salud de la población. En el caso de la parroquia Pujilí, en la zona urbana la mayoría de la basura es recogida por carro recolector, mientras que en área rural es quemada [41].

Condiciones climáticas del Cantón Pujilí

Las condiciones climáticas del lugar dónde se propone llevar a cabo el biodigestor constituyen factores importantes, cuyo conocimiento es indispensable, ya que determinan parámetros de diseño como el tiempo de retención (tiempo que las bacterias demorar en degradar la materia) que está en función a la temperatura el ambiente y demás condiciones del lugar.

Debido a los relieves que presenta Pujilí, se lugar a varios climas siendo templado en su zona urbana, frío en las regiones altas y cálidas en áreas del sub trópico; a continuación en la tabla 68, se presentan datos clave de la climatología de Pujilí [42].

Tabla 68. Pisos climáticos del Cantón Pujilí.

Variable	Descripción
Precipitación	Entre 6 mm y 2380 mm
Temperatura	Entre 3°C y 21°C
Pisos climáticos	<p>Subtropical Occidental: su rango altitudinal está entre 800 a 1000 a 1800 – 2.000 msnm; el clima es subtropical.</p> <p>Templado: su rango altitudinal está entre 800-1.000 a 1.800 – 3.000 msnm; su clima es templado.</p> <p>Alto andino: su rango altitudinal está desde los 3.000 msnm, su clima es frío.</p>

Fuente: B&G Consultores Asociados 2014,
Elaborado por: El investigador.

2. Selección del sistema de digestión para tratar residuos orgánicos avícolas

- En cuanto a la alimentación del biodigestor:

Un biodigestor puede ser alimentado de tres formas determinadas, a partir del cuadro siguiente en la tabla 69, se contraponen cada una de ellas para determinar cuál está a fin con la situación de la avícola, misma que se resume de la siguiente manera: la pollinaza se obtiene al transcurrir 2 meses, antes de ese tiempo no es posible desalojarla ni por fracciones del galpón cuando aún no ha finalizado el ciclo de crianza y engorde de pollo. En cuanto al centro de producción en Potrerillos, que es dónde se manejan tres lotes de 10000 aves, existe mayor demanda de energía eléctrica, debido a la planta de producción de alimento balanceado.

Tabla 69: Tipos de alimentación de un biodigestor

Características	Alimentación Continua	Alimentación Semi-continua	Alimentación Discontinua/por lotes/Bath
Tipo de proceso	Ininterrumpido	No constante	Único
Producción de gas	uniforme	Disminución gradual y normalización al añadir materia prima	Disminución gradual.
Cargas	Diarias	Una vez al día	Una sola vez
Mano de obra	No se requiere para la operación	Mínima	Mínima
Cantidad de agua	Abundante agua	Abundante agua	Poca cantidad
Subproducto	Bioabono líquido	Bioabono líquido	Bioabono se obtiene en forma sólida
Aplicación	Tratamiento de aguas	Doméstico	Explotaciones agropecuarias

Fuente: Centro panamericano de Ingeniería sanitaria y Ciencias del ambiente.

Elaborado por: El investigador.

Se concluye que un biodigestor con un sistema de digestión discontinua o del tipo Batch es el que mejor se apega a las condiciones de la empresa, dado que la materia prima se produce de forma intermitente y a comparación de los demás reactores, este tipo no emplea gran cantidad de agua pues no requiere una mezcla fluida y por tanto no necesita de agitadores lo que constituye un ahorro, además el bioabono se obtiene de forma sólida, por cuanto no requerirá de algún tratamiento para su deshidratación y

tampoco se correrá con el riesgo de generar problemas ambientales por causa de lixiviados y por último su aplicación está destinada a explotaciones agropecuarias.

Adicionalmente, este tipo de reactor requiere de una batería de digestores para que sean cargados en distintos tiempos, con el objeto de que la producción de biogás no se detenga cuando tenga que ser vaciado, por tanto se requiere de dos biodigestores, cuando uno esté en carga otro se encuentre en descarga.

3. Parámetros para el diseño y construcción del biodigestor.

Considerando para el caso una estructura semiesférica de polietileno de película delgada que sustituye la campana móvil que caracteriza a los biodigestores batch a fin de disminuir los costos de inversión [43], se procede a determinar los parámetros de diseño y construcción del biodigestor.

Metodología para determinar los parámetros de diseño y construcción del biodigestor [44]:

La metodología que se emplea determina la geometría de la cámara de fermentación en primera instancia y posteriormente de la cúpula cómo se desarrolla a continuación, pero antes en la Fig. 62, se presentan los principales parámetros constructivos del biodigestor con sus respectivas abreviaciones.

V_d – Volumen del digestor

V_{cf} – Volumen de la cámara de fermentación

h_{cf} – Altura de la cámara de fermentación

d_{cf} – Diámetro de la cámara de fermentación

r_{cf} Radio de la cámara de fermentación

r_c – Radio de la cúpula.

h_c – Altura de la cúpula.

V_c – Volumen de la cúpula.

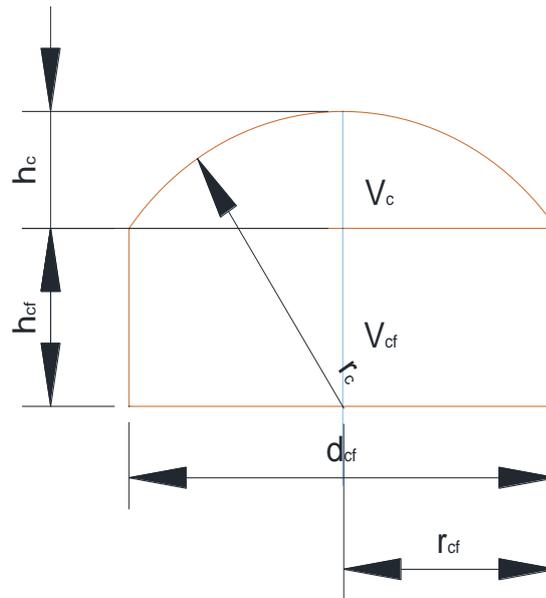


Fig. 62. Esquema de la forma de un biodigestor tipo cúpula fija.
Fuente: Campos Cuní, B. 2011
Elaborado por: El investigador.

Cálculo del volumen del digestor V_d

-Consumo de biogás requerido

El siguiente cálculo se efectúa a partir del conocimiento del requerimiento de biogás diario, dato que se obtiene a partir de la demanda energética del núcleo de Potrerillos, establecida en la sección que es 53,64 kWh y considerando situaciones de demanda pico y posibles eventualidades de ampliación de infraestructura, se incrementa esta cifra para el diseño del biodigestor en un 50%, resultando 80,46 kWh, a partir de lo cual, se toma en cuenta que 1m^3 de biogás equivale aproximadamente a 2kWh de energía eléctrica [27], para determinar el consumo diario estimado de biogás, resultando $40,23\text{ m}^3$.

-Cuantificación de la pollinaza como materia prima para cargar.

La pollinaza se presenta de forma intermitente en cantidades como muestra la tabla 6, para cada núcleo de producción, es decir que cada 60 días como máximo, este material está disponible para su tratamiento, siendo la sanitización el inicial que demora alrededor de 4 días, se dispondría de 64 días para ubicar las excretas en el biodigestor antes de que otra proporción de residuos de la misma magnitud este esperando ser tratada.

Pollinaza requerida (kg): se plantea destinar una parte de la pollinaza que se genera en el centro de Potrerillos para la producción de biogás, esta cantidad se determina considerando que 1 kg de pollinaza produce 0,049 m³ de biogás [27], dado que se requiere 40,23 m³ de biogás para cubrir la demanda, serán necesarios 821 kg de pollinaza para producirlos.

-Cantidad de agua para la mezcla.

Generalmente se recomiendan una carga 1:4 (una parte estiércol y cuatro de agua) para cualesquier caso de un biodigestor tubular a fin de evitar taponamientos y de 1:3 al tratarse de excretas de ganado, pero al referirse a uno de tipo batch, el cual no tiene riesgo de obstrucciones se aconseja una relación 1:1 [45] [43]. Por tanto, se requiere 821 litros de agua, considerando que 1 litro de agua equivale a un a kg de excretas.

-Tiempo de retención T_r .

El tiempo de retención es seleccionado a partir de la temperatura ambiente del lugar dónde se ubicará al biodigestor, dado que el Cantón Pujilí es el sitio destinado y que su clima promedio es 12,3°C, valor que de acuerdo a la tabla 70, se encontraría comprendido entre 87 y 63 para la digestión completa de la materia orgánica y la obtención de un fertilizante mejorado.

Tabla 70. Variación del tiempo de retención frente a la temperatura [46]

Temperatura (°C)	Tiempo de retención (días) sin mejora de fertilizante	Tiempo de retención (días) con mejora de fertilizante
10	70	87
15	51	63
20	32	40
25	27	34
30	20	25

Fuente: Avendaño, D; Universidad Politécnica de Madrid, Universidad Particular de Loja.

Elaborado por: El investigador.

A fin de determinar de alguna forma un tiempo de retención exacto y apropiado se aplica la ecuación (24).

$$T_r = -51.227 \times \ln(T^{\circ}\text{C}) + 206,72 \quad (24)$$

Donde,

T_r = Tiempo de retención en días.

Ln= Logaritmo natural

T°C= Temperatura promedio en grados centígrados del sitio donde se instalará el biodigestor

El tiempo de retención calculado para el biodigestor tipo batch es de 78 días.

-Carga diaria Cd

La carga diaria se determina a través de la ecuación (25).

$$Cd = \text{Pollinaza requerida (kg)} + \text{Cantidad de agua para la mezcla(kg)} \quad (25)$$

$$Cd = 1642 \text{ l}$$

-Volumen del digestor V_d

Una vez determinados los valores de la carga diaria y empleando un tiempo de retención de 64 días, puesto que es el tiempo que las excretas pueden permanecer en el biodigestor antes que otra proporción de residuos de la misma magnitud este esperando ser tratada, se aplica la ecuación (26).

$$V_d = Cd \times T_r \quad (26)$$

Por tanto, $V_d = 105,1 \text{ m}^3$.

Cálculo del volumen de la cámara de digestión V_{cf}

Considerando que la cámara de fermentación ocupará entre un 75 % ~ 80% del total del volumen del biodigestor, se determina a través de la ecuación (27):

$$V_{cf} = V_d \times (0,75 \sim 0,80) \text{ m}^3 \quad (27)$$

Empleando un 77,5% como factor para determinar el volumen de la cámara de fermentación se llegó a los siguientes resultados expuestos en la tabla 71.

Tabla 71. Volumen de la cámara de digestión.

	$V_{cf}(\text{m}^3)$
Cámara de digestión	81,46

Fuente: Campos Cuní, B. 2011
Elaborado por: El investigador.

Cálculo del volumen de la cúpula V_c

El volumen de la cúpula depende del factor que se haya empleado para la cámara de fermentación, dado que fue 77,5%, lo correcto es utilizar un 22,5%.

Para el cálculo de la cúpula se emplea la ecuación (28):

$$V_c = V_d \times (0,225)m^3 \quad (28)$$

Se presenta a continuación en la tabla 72, el volumen de la cúpula para el biodigestor.

Tabla 72. Volumen de la cúpula del biodigestor.

	$V_c(m^3)$
Cúpula	23,65

Fuente: Campos Cuní, B. 2011
Elaborado por: El investigador.

Resultados: el volumen del biodigestor para cada lote de producción se describe en la tabla 73.

Tabla 73. Datos del biodigestor

Centro de producción	Potrerrillos
Volumen del biodigestor $V_d(m^3)$	105,1
Volumen de la Cámara de digestión $V_{cf}(m^3)$	81,46
Volumen de la cúpula $V_c(m^3)$	23,65
Pollinaza necesaria $Kg_{excreta}$	821
Cantidad de agua para la mezcla Kg_{agua}	821
Tiempo de retención Días	64

Fuente: Campos Cuní, B. 2011
Elaborado por: El investigador.

Cálculo de los parámetros constructivos del biodigestor

El objetivo en esta etapa de cálculo es interrelacionar el digestor, el tanque de fermentación y la cúpula de acuerdo a las condiciones preestablecidas (el volumen de la cámara de fermentación (V_{cf}) representa entre un 75% ~ 80% y la cúpula entre un 25% ~ 20% del digestor) [44].

El cálculo inicia a partir de una ecuación de un cilindro, como se plantea en la ecuación (29):

$$V_{cf} = \frac{\pi \times d_{cf}^2 \times h_{cf}}{4} \quad (29)$$

Al tener dos incógnitas en la ecuación 14 se asume conocer el valor de la siguiente expresión (30):

$$X = \frac{d_{ef}}{h_{ef}} \quad (30)$$

A través de las ecuaciones 29 y 3' se llegaron a obtener las expresiones 31, 32 y 33 para determinar los parámetros constructivos de la cámara de digestión:

Para hallar la altura de la cámara de digestión se aplica la ecuación (31):

$$h_{cf} = \sqrt[3]{\frac{4 \times V_{cf}}{\pi \times X^2}} \quad (31)$$

El Diámetro es posible determinarlo a través de la ecuación (32):

$$d_{cf} = \sqrt{\frac{4 \times V_{cf}}{\pi \times h_{cf}}} \quad (32)$$

Y el radio con la ecuación (33):

$$r_{cf} = \frac{d_{cf}}{2} \quad (33)$$

En cuanto a la cúpula, los parámetros constructivos se presentan a continuación:

Para determinar el radio se emplea la ecuación (34):

$$r_c = \sqrt{h_{cf}^2 + r_{cf}^2} \quad (34)$$

La altura con la ecuación (35):

$$h_c = r_c - h_{cf} \quad (35)$$

Y el volumen a partir de la ecuación (36):

$$V_c = \pi \times h_c \times \left(\frac{d_{cf}^2}{8} \times \frac{h_c^2}{6} \right) \quad (36)$$

Resultado:

A continuación se hace referencia a un cuadro de valores para cada parámetro constructivo, del cual se seleccionara aquellos valores óptimos de una determinada fila a través de la comparación del valor de V_d en la columna 11 y entre la fila 2, de manera que el valor de V_d de la columna 11 sea semejante al valor de V_d de la columna 2, como es posible apreciar en el Anexo 17, y en la tabla 74, las medidas definitivas del biodigestor.

Tabla 74. Parámetros constructivos del biodigestor

Parámetro	Medida
Vd	105,1 m ³
Vcf	81,46 m ³
Vc	23,65 m ³
hcf	2,61 m
dcf	6,31 m
rcf	3,15 m
rc	4,09 m
hc	1,49 m

Fuente: Campos Cuní, B. 2011
Elaborado por: El investigador.

El biodigestor se diseñará con las medidas descritas en la tabla 74, obtenidas de acuerdo a la disponibilidad de pollinaza, misma que se genera conforme a la cantidad de aves en el lote que se maneje en cada núcleo de producción.

Esquema básico de la planta de biogás

El esquema final del sistema de digestión necesario para dar tratamiento a la pollinaza disponible en la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda., se presenta en la Fig. 63.

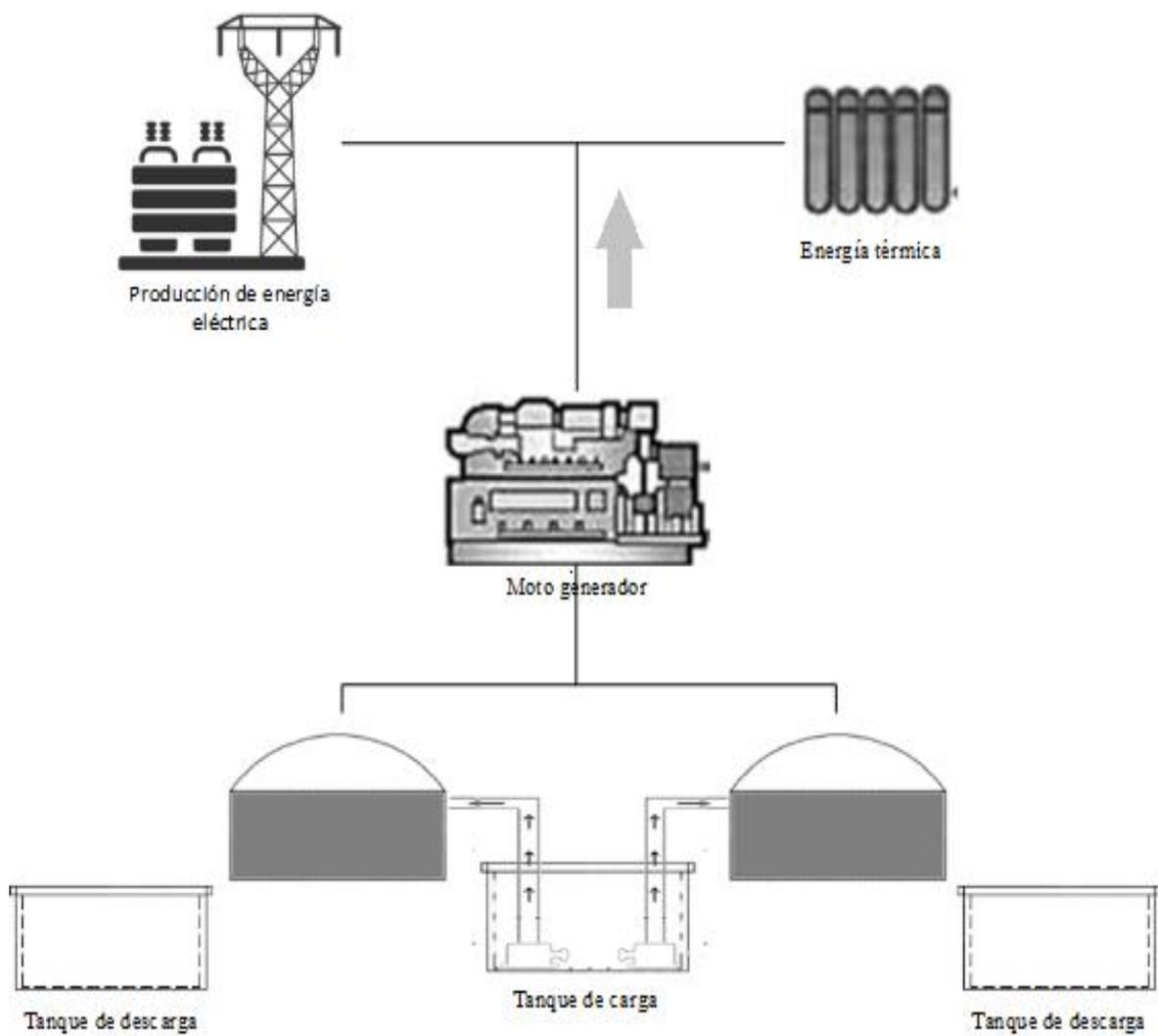


Fig. 63. Esquema del sistema de biogás de propuesto
Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

Elementos del sistema

Los componentes que básicamente formarán la planta de biodigestión se describen en la tabla 75.

Tabla 75. Componentes de la planta de biogás

Elemento	Descripción
Tanque de carga y descarga	El tanque de carga y descarga debe permitir mezclar adecuadamente la proporción de agua y pollinaza determinada, siendo para este caso un sustrato completo el que se debe administrar al biodigestor y no uno diario que es lo más común, por tanto se establece que el volumen del depósito deberá ser igual al volumen de la cámara de digestión.
Biodigestor	Equipo dentro del cual se produce el proceso anaeróbico, cuyo volumen es de 82 m ³ de cada uno.
Equipo de cogeneración	Permite generar energía eléctrica y térmica a partir del biogás (Anexo 18).

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

El diseño final del biodigestor se presenta en la Fig. 64.

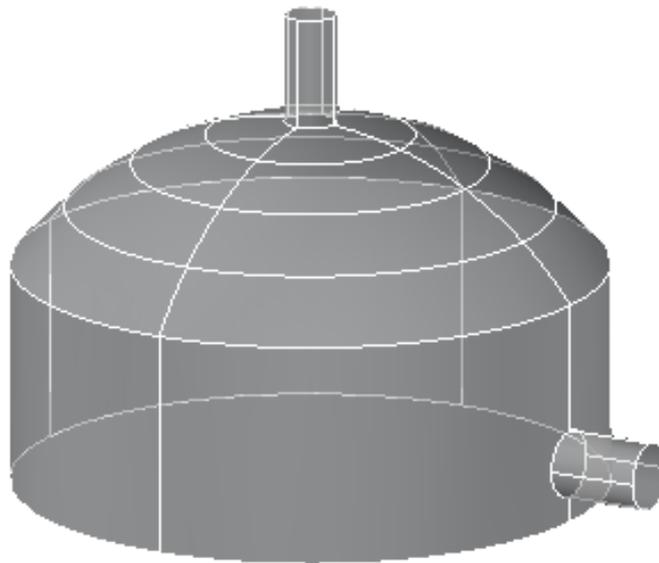


Fig. 64. Diseño final biodigestor.

Fuente: Campos Cuní, B. 2011

Elaborado por: El investigador.

Análisis de Factibilidad para la propuesta de biodigestión de la pollinaza.

- **Plan de Producción**

Energía eléctrica: a fin de cubrir la demanda energética del núcleo de producción de Potrerillos, se ha diseñado un biodigestor que permita generar 81 kWh diariamente y anualmente, 29565 kWh, como se muestra en tabla 76.

Tabla 76. Plan de producción de la producción de energía eléctrica

Plan de producción					
Concepto	Años				
	1	2	3	4	5
Energía eléctrica (kWh/año)	29565	29565	29565	29565	29565

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

Bioabono: con la utilización de un biodigestor tipo batch, se espera tener abono sólido en su totalidad al cual se denominara bioabono o biosól.

Tomando en cuenta que el proceso de fermentación que atraviesa la materia orgánica ocasiona la perdida de una fracción de esta, entre un 5% y 30%, dependiendo de la producción específica del gas [47], para el cálculo se toma un 20% de reducción, por tanto la cantidad de bioabono en kg diarios, se determina a través de la ecuación (37).

$$\text{Cantidad diaria de abono orgánico} = \text{Carga diaria} - \text{Carga diaria} \times 20\% \quad (37).$$

Considerando una carga diaria de 1642 l, con una densidad promedio de 650 kg/m³ [48], resulta una cantidad de bioabono de 884 kg diarios y anualmente 311710 kg. Dado que en el mercado, su presentación común es en sacos 40 kg, el plan de producción de abono orgánico se da como lo muestra la tabla 77.

Tabla 77. Plan de producción de la producción de abono orgánico

Plan de producción					
Concepto	Años				
	1	2	3	4	5
Sacos de 40 kg de bioabono	7793	7793	7793	7793	7793

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

- **Inversiones**

1. Biodigestor

El proceso de biodigestión requiere de maquinaria, equipos y herramientas que se detallan a continuación pero antes se hace necesario considerar la construcción de un biodigestor, elemento que abarca varios componentes como se puede observar en la tabla 78.

Para el análisis se toma los costos referenciales de un biodigestor de 50 m³, cuya demanda es frecuente y además por la ausencia de fabricantes de reactores de volúmenes mayores, se propone emplear dos biodigestores de 50 m³ para reemplazar los 89,81 m³ requeridos.

Tabla 78. Costos de inversión del biodigestor:

Concepto	Cantidad	Precio total
Tanques de digestión	2	\$17.575 (Anexo 18)
Compartimento de almacenamiento para Biogás con captación y reutilización de lixiviados	2	
Accesos superiores y salida posterior para remoción de lodos y lixiviados.		

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

A continuación en la tabla 79, se presenta la inversión del generador de electricidad a partir de biogás

Tabla 79. Costo de inversión de la planta de luz

Concepto	Cantidad	Precio total
Generador Ewok 75 kw	1	\$21.850 (Anexo 16)

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

Existen costos varios que incluyen los viáticos para 1 ingeniero y 3 técnicos durante el tiempo de fabricación del biodigestor, el costo de movimientos de tierra, y otros imprevistos; valores que se presentan en la tabla 80.

Tabla 80. Costos varios del biodigestor

Concepto	Descripción	Precio total
Viáticos	1 ingeniero y 3 técnicos por 8 semanas	10.00
Excavaciones	24 horas (\$ 25/hora)	600
Imprevistos	3%	318
TOTAL		10918

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

Se presenta a continuación en la tabla 81, un resumen de la inversión de los biodigestores.

Tabla 81. Resumen de la inversión en el sistema de biodigestión

Concepto	Precio total
Sistema de biodigestión	17.575
Generador Ewok 75 kw a gas natural, con transferencia de 630 amp.	21.850
Costos varios	10918
Subtotal	50343
IVA	7048,02
TOTAL	57391,02

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

La inversión del sistema de dos biodigestores es de \$ 57391,02, dado que se requiere una producción continua, es decir, cuando unos estén en descarga, exista otros reactores en carga, por tanto se hace necesario la adquisición de otro sistema similar, en consecuencia este monto asciende a \$114782,04.

A continuación, activos necesarios para poner en marcha la propuesta de producción de biogás a partir de la pollinaza, se detallan en la tabla 82, donde se observa que la inversión en terreno, muebles y equipo de cómputo, es similar al proyecto anterior o tiene las mismas consideraciones, por plantear su desarrollo por el mismo sector y por la minúscula mano de obra.

Tabla 82. Inversiones para la propuesta de biodigestión

inversiones (USD)				
Rubro	Unidad de Medida	Costo Unitario	Período Pre operacional	
			Cantidad	Valor (USD)
Terreno para la planta	m ²	6,5	500	3.250
Construcciones e infraestructura				5.000
Muebles y enseres				
Escritorios	unidad	70	1	70
Archivadores	unidad	110	1	110
Sillas	unidad	18	4	72
Total muebles y enseres				252
Equipo de cómputo				
Computador de escritorio	unidad	670	1	670
Impresora	unidad	100	1	100
Total equipo de cómputo				770
Máquinas y equipos				
Biodigestor	unidad		57.391	114.782
Máquina de coser sacos	máquina	230	1	230
Balanza electrónica	balanza	272	1	272
Total máquinas y equipos				115.284
Herramientas				
Palas	unidad	10,32	2	20,64
Escobas	unidad	2,75	2	5,50
Azadones	unidad	10,00	2	20,00
Rastrillos	unidad	12,00	2	24,00
Machete	unidad	18,99	2	37,98
Carretilla	unidad	59,25	2	118,50
Regaderas	unidad	27,00	2	54,00
Total herramientas				90.281

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

Tabla 82. Inversiones para la propuesta de biodigestión (Continuación)

Inversiones				
Rubro	Unidad de Medida	Costo Unitario	Período Pre operacional	
			Cantidad	Cantidad
Otras inversiones				
Estudio de factibilidad	Análisis	1.000	1	1000
Capacitación personal técnico	Instalación	1.000	1	1000
Subtotal otras inversiones			2.000	
Imprevistos 3%			3805,1	
INVERSIÓN TOTAL			130.642	

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

La inversión inicial para poner en marcha la propuesta de biodigestión de la pollinaza en la fase de tratamiento es de \$ 130.642.

- **Proyección de Inversiones**

A continuación en la tabla 83, se presenta la proyección de inversiones hasta el 6 año, tiempo en el que se da lugar a la primera reposición de equipos y maquinaria.

Tabla 83. Proyección de las inversiones de la propuesta de biodigestión de la pollinaza.

Proyección Inversiones							
Rubro	Años						
	0	1	2	3	4	5	6
Terrenos	3.250						
Construcciones e instalaciones	5.000						
Maquinaria y equipo industrial	115.284	0					
Herramientas	281						
Muebles y enseres	0						
Equipo de cómputo		252					
Capital de trabajo		770	30	30	30	30	30
Estudio de factibilidad		10.793					
Capacitación personal técnico	1.000	500	500	500	500	500	500
Reposición de Equipos y Maquinaria							1.611
Imprevistos (3%)	3.677	369,4638	15,9	15,9	15,9	15,9	64,2186
Total Inversiones	129.492	12.685	546	546	546	546	2.205

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

- **Capital de trabajo**

El capital de trabajo necesario para el tratamiento y aprovechamiento de la pollinaza a través de la biodigestión se detalla en la tabla 84.

Tabla 84. Capital de trabajo de la propuesta de biodigestión de la pollinaza

Capital de trabajo (USD)		
Rubro	Días	Valor (USD)
+ Materia prima, materiales, suministros y publicidad	64	254
Mano de obra directa e indirecta (efectivo)	64	3.110
+ Inventario productos terminados	15	3.383
+ Cuentas por cobrar	15	3.383
- Cuentas por pagar	30	8
Total	64	10.121

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

Se requiere de \$10.121 de capital de trabajo para llegar a cumplir el ciclo de 64 días.

- **Costos y Gastos de Operación.**

Los costos que se incurren para mantener la producción de biogás y bioabono; además de que su existencia prevalezca ciclo a ciclo, se detallan en la tabla 85 y en la tabla 86 un resumen de estos gastos.

Materia prima

A continuación se establece cantidades necesarias de materia prima para la elaboración de compost durante un año.

1. Pollinaza:

Considerando que en cada ciclo se ocupa 821 kg de pollinaza y siendo 6 ciclos al año:

–Cantidad anual de pollinaza ocupada = 4926 kg.

2. Agua:

–Considerando que en cada ciclo se ocupa 821 litros de agua y siendo 6 ciclos al año:

$$\text{Consumo anual de agua} = 4926 \text{ lt} = 4,93 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo mensual de agua} = \frac{4,93 \text{ m}^3}{12 \text{ meses}} = 0,41 \text{ m}^3$$

Para determinar el costo del consumo anual del agua, se utiliza como referencia el siguiente pliego tarifario, como muestra la tabla 53.

Siendo para este caso una categoría de tipo industrial y encontrándose el consumo presente en el rango 0-50, el costo mensual del agua se determina a través de la ecuación (16).

$$\text{Costo del consumo mensual del agua} = \text{cargos por disponibilidad} + \text{cargos variables} \quad (16)$$

$$\text{Cargos por disponibilidad} = \$4,14$$

$$\text{Cargos variables} = \text{Consumo mensual de agua} \times \$0,83$$

$$\text{Cargos variables} = \$ 0,34$$

$$\text{Costo del consumo mensual del agua} = \$ 4,48$$

$$\text{Costo del consumo anual del agua} = \$ 4,48 \times 12 \text{ meses} = \$ 53,77$$

Materiales Indirectos

1. Costales:

–Cantidad anual de costales ocupados es igual a la cantidad anual de bultos de 40 kg de compost.

La cantidad anual de bultos de 40 kg de compost es de 7793 unidades, cifra determinada en la sección: Plan de producción, por tanto:

$$\text{Cantidad anual de costales ocupados} = 7793 \text{ unidades}$$

Los costales no involucran ningún costo debido a que se obtienen de la materia prima para la elaboración de balanceados.

2. Hilo industrial:

La cantidad de metros de hilo industrial se calcula a través de la ecuación (17).

$$\text{Cantidad de metros de hilo industrial} = \text{Cantidad anual de costales ocupados} \times 2 \text{ metro de hilo.} \quad (17)$$

$$\text{Cantidad de metros de hilo industrial} = 15586 \text{ metros.}$$

Considerando que cada metro, cuesta \$ 0,02, anualmente se gastara en hilo industrial \$ 312.

3. Equipo de protección personal: constará de 2 overoles por año, 6 pares de guantes por año, 1 par de botas/año, como se muestra en la tabla 54.

Requerimientos de personal

Área de producción

Costos de personal: 2 obreros de apoyo y 1 técnico o ingeniero, se establece que el personal laborara media jornada, dado que una vez cargado el biodigestor, el trabajo siguiente es mínimo, por tanto los salarios a percibir se detallan a continuación en la tabla 85.

Área de administración

Se considera necesario contratar un administrador de medio tiempo para la compostera que coordine las tareas y administre, cuyo salario se muestra en tabla 85.

Tabla 85. Proyección de los costos y gastos de operación de la propuesta de biodigestión

Proyección Costo de producción										
Rubro	Años									
	1			2			3			
	Unidad	Cantidad	Valor Unit.	Valor Total	Cantidad	Valor Unit.	Valor Total	Cantidad	Valor Unit.	Valor Total
1. Materia Prima										
Pollinaza	TM	4.926	0,00	0	4.926	0,00	0	4.926	0,00	0
Agua	m3	12,0	4,48	53,77	12,0	4,48	53,77	12,0	4,48	53,77
Total Materia Prima				53,77			53,77			53,77
2. Mano de Obra Directa										
Técnico capacitado en biogás(1)	mes	12	600	7.200	12	600	7.200	12	600	7.200
Operador de apoyo (2)	mes	12	440	5.280	12	440	5.280	12	440	5.280
Total Mano de Obra Directa				12.480			12.480			12.480
3. Materiales Indirectos										
Equipo de protección personal	kit	3	112	336	3	112	336	3	112	336
Costales de polietileno				0			0			0
Hilo industrial				312			312			312
Total Materiales Indirectos				648			648			648
4. Suministros y Servicios										
Internet	mes	12	23	276	12	23	276	12	23	276
Total Suministros				276			276			276

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

Tabla 85. Proyección de los costos y gastos de operación de la propuesta de biodigestión (Continuación)

Costo de producción										
Rubro	Años									
	1			2			3			
	Unidad	Cantidad	Valor Unit.	Valor Total	Cantidad	Valor Unit.	Valor Total	Cantidad	Valor Unit.	Valor Total
5. Reparación y Mantenimiento Industria										
1% del valor de inversión				2.228			2.228			2.228
6. Seguros										
1% del valor de inversión				2.228			2.228			2.228
Imprevistos (3%)				1.183			1.183			1.183
Total Costo de Producción Área Industrial										
Gastos de Administración Área Industrial										
Administrador contable de la planta	mes	12	500	6.000	12	500	6.000	12	500	6.000
Imprevistos (3%)				180			180			180
Total Gasto de Administración				6.180			6.180			6.180
Gastos de Ventas										
Publicidad y Promoción				500			500			500
Imprevistos (3%)				15			15			15
Total Gastos de Ventas				6.695			6.695			6.695

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

Tabla 86: Resumen costos y gastos de la propuesta de biodigestión de pollinaza

Resumen costos y gastos de operación (USD)						
RUBRO	AÑOS					
	1	2	3	4	5	6
Materia Prima Industria	99	99	99	99	99	99
Mano de Obra Directa Industria	12.480	12.480	12.480	12.480	12.480	12.480
Materiales Indirectos Área Industrial	648	648	648	648	648	648
Suministros y Servicios	276	276	276	276	276	276
Reparación y Mantenimiento Industria	1.306	1.306	1.306	1.306	1.306	1.306
Seguros	1.306	1.306	1.306	1.306	1.306	1.306
Imprevistos (3%)	483	483	483	483	483	483
Total Costo de Producción	16.599	16.599	16.599	16.599	16.599	16.599
Gastos de Administración						
Gastos de Personal Área Industrial	6.180	6.180	6.180	6.180	6.180	6.180
Imprevistos (3%)	185	185	185	185	185	185
Total Gastos de Administración	6.365	6.365	6.365	6.365	6.365	6.365
Gastos de Ventas						
Publicidad y Promoción	500	500	500	500	500	500
Imprevistos (3%)	15	15	15	15	15	15
Total Gastos de Ventas	515	515	515	515	515	515
Gastos Financieros						
Interés bancario	12.000,00	11.316,19	10.550,32	9.692,55	8.731,85	7.655,86
Total Costos y Gastos de Operación*	24.686	34.795	34.030	33.172	32.211	31.135
* Se descuenta el capital de trabajo en el primer año						

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

El costo total de operación necesario para poner en marcha la producción de biogás es de \$ 24.686 para el primer año.

- **Depreciaciones**

Los activos fijos con el tiempo tienden a desgastarse y a perder valor, por cuanto la depreciación tiene por objeto acumular fondos que permitan restituir los bienes desgastados. A continuación se describe en la tabla 87 la depreciación de los activos fijos a través del método de línea recta.

Tabla 87. Depreciación de los activos fijos de la propuesta de biodigestión

Depreciación de activos fijos					
ACTIVO	VALOR INICIAL	VALOR SALVAMEN TO	VIDA ÚTIL Años	CUOTA DEPRECIACIÓN	VALOR RESIDUAL
Total construcciones e infraestructura	5.000	500	25	180	500
Total muebles y enseres	560	56	5	101	56
Total equipo de cómputo	770	77	5	139	77
Máquina de coser sacos	230	23	10	21	23
Balanza electrónica	272	27	10	24	27
Biodigestor	114.782	11.478	25	4.132	94.121
Total herramientas	281	28	5	51	28
TOTAL	121.895			4.647	94.833

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

- **Financiamiento**

Se ha estimado que la inversión total del proyecto es de \$ 130.642, como es posible observar en la tabla 82, valor que se plantea financiar de dos maneras, la primera con un préstamo de \$100.000 y lo restante \$ 30.642, aportado por la empresa, como se aprecia en la tabla 88.

Tabla 88. Forma de financiamiento

Financiamiento		
Monto	100.000	USD
Interés	12	%
Plazo	10	años

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

- **Amortización del crédito**

El método empleado para la amortización es el tipo francés, en el que los primeros años se paga más interés que capital y lo contrario en los últimos pagos, logrando un equilibrio económico del proyecto, al cancelar cuotas constantes, como se aprecia en la tabla 89.

Tabla 89. Tabla de Amortización del crédito de la propuesta de biodigestión

Tabla de amortización del crédito					
Año	Valor Adeudado	Cuota Amortización	Interés	Capital	Saldo
1	100.000	17.698	12.000	5.698	94.302
2	94.302	17.698	11.316	6.382	87.919
3	87.919	17.698	10.550	7.148	80.771
4	80.771	17.698	9.693	8.006	72.765
5	72.765	17.698	8.732	8.967	63.799
6	63.799	17.698	7.656	10.043	53.756
7	53.756	17.698	6.451	11.248	42.509
8	42.509	17.698	5.101	12.597	29.911
9	29.911	17.698	3.589	14.109	15.802
10	15.802	17.698	1.896	15.802	0

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

Ingresos y precio de venta

Se establece que el precio de venta de 1 kWh es del 0,11 ctv. y dado que la materia prima permanecerá constante, debido a que no se ha planificado la construcción de más galpones de producción de pollos de engorde, que es de dónde se obtiene los insumos

principales, año tras año se producirá 29565 kWh para consumo como se aprecia en la Tabla 90 y el ahorro sería de \$ 3252,15.

Tabla 90. Ingresos producción de energía eléctrica.

Ahorro en energía eléctrica			
Producto	kWh/año	\$kWh	\$/año
Energía eléctrica	29565	0,11	3252,15

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

Además de obtener ahorros por la energía eléctrica se obtiene un subproducto que es el bioabono, del cual se puede ganar también beneficios económicos, como se presenta en la tabla 91, con un precio de \$ 10, mayor al compost a pesar de ser parecidos, excepto por su rendimiento, pues las cantidades de biosol usualmente empleadas se encuentran entre 2 a 4 toneladas/ha (dependiendo del tipo de cultivo y suelo). Con esta dosificación se obtienen los mismos resultados y beneficios que con las cantidades notablemente mayores requeridas para el caso de compost (10-20 ton/ha) y guano (15-30 ton/ha) [49].

Tabla 91. Ingresos producción de bioabono.

Ingresos producción de bioabono.			
Producto	Cantidad anual	\$ Unitario	\$/año
Sacos de bioabono de 40 kg	7793	10	77930

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

A continuación se muestra el ingreso total que se percibirá con el proyecto de biodigestión en la tabla 92.

Tabla 92. Proyección de los ingresos

Proyección de los ingresos			
RUBRO	AÑOS		
	1	2	3 - 10
Energía eléctrica	3.252	3.252	3.252
Bioabono	77930	77930	77930
Total Ingresos	81182	81182	81182

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

- **Estado de pérdidas y ganancias**

A continuación en la tabla 93, se presenta de forma resumida los ingresos y gastos generados en el proceso de compostaje hasta el año sexto a fin de conocer si el proceso de biodigestión presenta pérdidas o ganancias.

Tabla 93. Estado de pérdidas y ganancias de la propuesta de biodigestión

Estado de pérdidas y ganancias (USD)						
Rubro	Años					
	1	2	3	4	5	6
Ingresos por ventas	81.182	81.182	81.182	81.182	81.182	81.182
-Costos Producción	16.599	16.599	16.599	16.599	16.599	16.599
= Utilidad Bruta en Ventas	64.583	64.583	64.583	64.583	64.583	64.583
-Gastos en Ventas	515	515	515	515	515	515
=Utilidad neta en ventas	64.068	64.068	64.068	64.068	64.068	64.068
-Gastos de Administración	6.365	6.365	6.365	6.365	6.365	6.365
=Utilidad neta en operaciones	57.703	57.703	57.703	57.703	57.703	57.703
-Depreciaciones	4.647	4.647	4.647	4.647	4.647	4.647
=Utilidad antes de financiamiento	53.056	53.056	53.056	53.056	53.056	53.056
-Gastos financieros	12.000	11.316	10.550	9.693	8.732	7.656
=Utilidad neta antes de impuestos	41.056	41.739	42.505	43.363	44.324	45.400
-Reparto de utilidades (15%)	6.158	6.261	6.376	6.504	6.649	6.810
=Utilidad antes de impuesto a la renta	34.897	35.478	36.129	36.859	37.675	38.590
-Impuesto a la renta (25%)	8.724	8.870	9.032	9.215	9.419	9.647
=Utilidad Neta	26.173	26.609	27.097	27.644	28.256	28.942
+Depreciaciones	4.647	4.647	4.647	4.647	4.647	4.647
=Pérdida o Ganancia	30.820	31.256	31.744	32.291	32.904	33.590
Porcentaje sobre ventas	38	39	39	40	41	41

Fuente: Propia.
Elaborado por: El investigador.

El resultado del análisis de las pérdidas y ganancias es positivo, el proyecto de biodigestión generará beneficios económicos que permitirán a futuro mejorar los procesos de producción.

- **Flujo de caja**

El análisis del flujo de caja se lleva a cabo hasta el sexto año con el objeto de conocer la liquidez de la empresa a través del flujo neto, valor obtenido de la diferencia de los ingresos y egresos, como se presenta en la tabla 94.

Tabla 94. Flujo de caja de la propuesta de producción de biogás.

Flujo de caja (USD)							
Rubro	Años						
	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos:							
Ventas		81.182	81.182	81.182	81.182	81.182	81.182
Préstamo	100.000						
Aporte Capital Propio	29.492						
Total Ingresos	129.492	81.182	81.182	81.182	81.182	81.182	81.182
Egresos:							
Inversiones	129.492	12.685	546	546	546	546	2.205
Costos y Gastos de Operación		24.686	34.795	34.030	33.172	32.211	31.135
Reparto de utilidades		6.158	6.261	6.376	6.504	6.649	6.810
Impuesto a la renta		8.724	8.870	9.032	9.215	9.419	9.647
Amortización del Crédito		5.698,42	6.382,23	7.148,09	8.005,86	8.966,57	10.042,56
Total Egresos	129.492	57.952	56.854	57.132	57.443	57.791	59.840
Flujo Neto	0	23.230	24.328	24.050	23.739	23.391	21.342

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

- **Flujo de fondos**

El análisis del flujo de caja se lleva a cabo hasta el sexto año con el objeto de conocer la liquidez de la empresa a través del flujo neto, valor obtenido de la diferencia de los ingresos y egresos, como se presenta en la tabla 95.

Tabla 95. Flujo de fondos de la propuesta de biodigestión

Flujo de fondos (USD)							
Rubro	Años						
	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos:							
Ventas		81.182	81.182	81.182	81.182	81.182	81.182
Valor Residual						161	
Total Ingresos		81.182	81.182	81.182	81.182	81.343	81.182
Egresos:							
Inversiones	129.492	12.685	546	546	546	546	2.205
Costos y Gastos de Operación		24.686	34.795	34.030	33.172	32.211	31.135
Reparto de utilidades		6.158	6.261	6.376	6.504	6.649	6.810
Impuesto a la renta		8.724	8.870	9.032	9.215	9.419	9.647
Total Egresos	129.492	52.253	50.472	49.984	49.437	48.824	49.797
Flujo Neto	-129.492	28.929	30.710	31.198	31.745	32.519	31.385

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

Se determina que no existe déficit de fondos, al presentar resultados económicamente positivos.

- **Indicadores financieros**

A partir de los datos expresados en la tabla 96, se analizará la situación financiera de la propuesta de biodigestión de la pollinaza de la siguiente manera:

Tabla 96. Indicadores financieros

Indicadores financieros	
Ingresos Act. (0.18) =	383.028
Egresos Act. (0.18) =	352.091
RBC (0.18) =	1,09
VAN (0.18) =	\$ 30.938
TIR =	23,42%

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

RBC. Relación Beneficio Costo: Para este caso la relación beneficio costo es mayor a 1, al alcanzar un valor de 1,09, lo que indica que la inversión se recuperó satisfactoriamente y además se obtuvo una ganancia adicional, es decir que por cada dólar invertido, se recobra su valor y se consigue un ingreso extra de \$ 0,09.

VAN: El valor actual del dinero que recibirá a futuro el proyecto es de \$ 30.938, siendo este valor mayor a 0, se establece que flujos de efectivo cubrirán los costos totales y la inversión, quedando además un excedente; en consecuencia la decisión adecuada es ejecutar el proyecto.

TIR: La tasa interna de retorno ha resultado igual a 23,42%, al ser este valor mayor a la tasa de actualización (18%), significa que el proyecto es rentable y por cuanto es ejecutable.

PRI. Periodo de Recuperación de la Inversión: se refiere al tiempo que se lleva en recuperar la inversión del proyecto, factor que indica que tan rentable y peligroso es, partiendo de la premisa que mientras corto sea el periodo, menor es el riesgo.

El cálculo del PRI inicia empleando los valores del flujo de fondos que se pueden apreciar en la tabla 95, para efectuar una suma acumulada hasta alcanzar el valor de la inversión cuyo monto es \$ 130.642, establecido en la tabla 82, y el detalle de la deducción del PRI en la tabla 97.

Tabla 97. Cálculo para el periodo de recuperación de la inversión

Año	Flujo	Flujo acumulado
1	28.929	28.929
2	30.710	59.639
3	31.198	90.837
4	31.745	122.583
5	32.519	155.101

Fuente: Propia.

Elaborado por: El investigador.

La suma acumulada de los flujos netos indica que para el quinto año la inversión se cubriría totalmente, con un excedente por demás; por tanto a fin de conocer el tiempo exacto en el que se recupera la inversión se procede con el mismo proceso descrito anteriormente.

Costo no recuperado= Inversión – Flujo acumulado del periodo anterior a la recuperación.

Costo no recuperado= \$ 8.059

$$\frac{\$ 8.059}{\$ 155.101} = 0,052$$

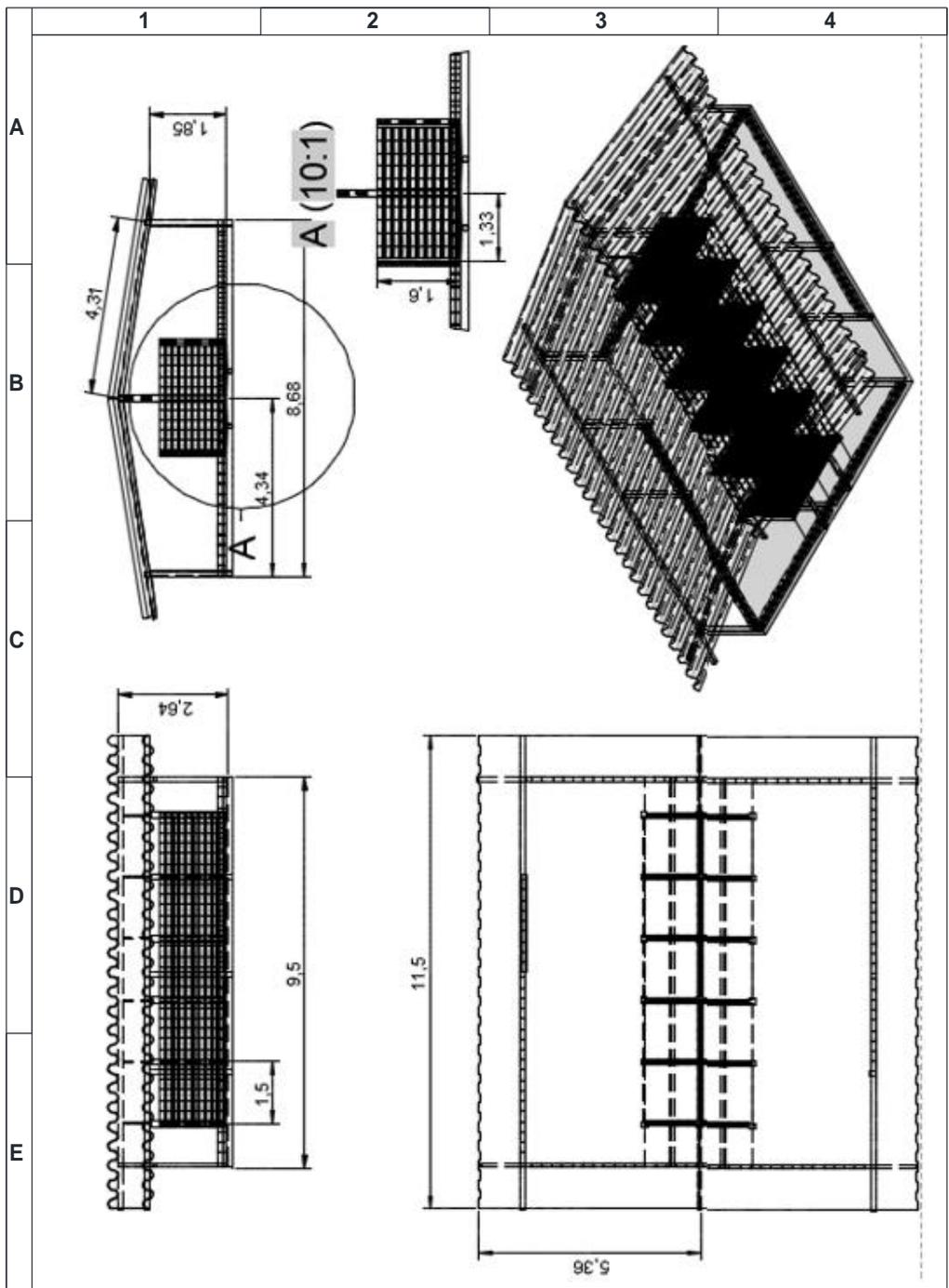
PRI= 4,079 años

Para conocer cuantos meses y días deben transcurrir después de los cuatro años para cubrir la inversión se procede a aplicar regla de tres con el conocimiento de que un año tiene 12 meses y un mes 30 días.

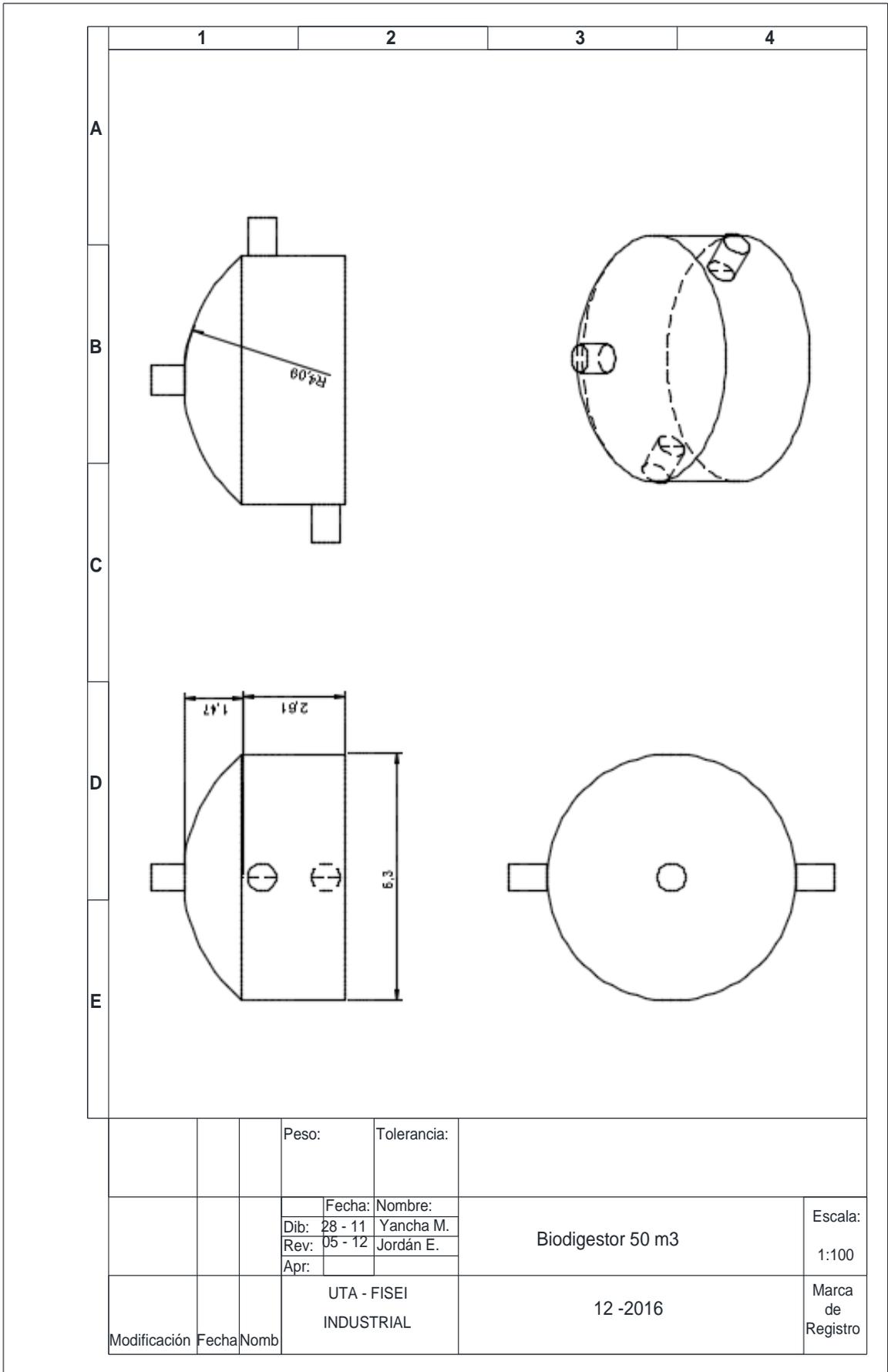
Por tanto, PRI del proyecto de biodigestión de la pollinaza es igual a 4 años y 19 días.

4.7.5. Planos

A continuación se muestra el diseño de la compostera y biodigestor para el tratamiento de las aves muertas y pollinaza.



			Peso:	Tolerancia:		
			Fecha:	Nombre:	Compostera	Escala:
			Dib: 28 - 11	Yancha M.		1:100
			Rev: 05 - 12	Jordán E.		
			Apr:			
Modificación	Fecha	Nomb	UTA - FISEI INDUSTRIAL		12 -2016	Marca de Registro



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

Una vez finalizada la presente investigación se concluye lo siguiente:

Mediante el levantamiento de procesos se pudo evidenciar residuos que no estaban siendo manejados correctamente y fueron la pollinaza y las aves muertas, aquellos que visiblemente requieren de una intervención correctiva inmediata al manejo que se está dando, ya que por un lado las excretas son vendidas sin un tratamiento previo a agricultores quienes la esparcen directamente en los terrenos, convirtiéndolos en focos de infección además que en la recolección y transporte no se toman precauciones, es frecuente observar cómo quedan porciones de este desecho regados alrededor del galpón sin ser removidas por algún tiempo así también que el vehículo utilizado no es adecuado pudiendo producirse derrames y por el otro, en cuanto a las mortalidades, se les presta poca atención cuando se dan lugar, pues son separadas del lote y ubicadas inapropiadamente cerca de la puerta de salida, hasta que vengan a recogerlas para seguidamente, enterrarlas en huecos improvisados generándose lixiviados. Dado este contexto, se propone la ubicación de contenedores de desechos en cada galpón y un área de desechos general para su acopio temporal y para el tratamiento se analiza la sanitización y la biodigestión para la pollinaza y el compostaje y biodigestión también para las aves muertas.

Desde los puntos de vista: técnico, social, ambiental y económico, se determinó que la mejor alternativa para el tratamiento y aprovechamiento de la pollinaza es la biodigestión con el afán de que la empresa genere una energía alternativa propia y llegue a ser autosuficiente en este aspecto, además percibe en este sistema una oportunidad de generar ingresos por partida doble, tanto por el biogás que cubre totalmente las

necesidades energéticas de la empresa, quedando un excedente que puede ser comercializado, así como el bioabono. En cuanto a las aves muertas se ha optado por su compostaje, por constituirse una propuesta económica, de fácil operación y alta eficiencia a través del cual es posible obtener un fertilizante con un valioso poder nutritivo, cuya inversión estimada, respectivamente es de \$130.642 con un costo de operación de \$24.686 y \$ 22.798, con un costo de operación de \$10.953.

La formulación del plan integral de manejo de la pollinaza y aves muertas permitirá a la Compañía Productora Avícola Cajamarca Suárez “Cavicente” Cía. Ltda. reducir el impacto ambiental negativo que se genera por el tipo de explotación a la que se dedica, además lograría que su proceso productivo sea sostenible a través de la generación de biogás que representa un ahorro energético y la venta de abonos orgánicos; con ello no sólo dar cumplimiento a la normativa ambiental vigente sino también crear beneficios monetarios para la empresa.

5.2 Recomendaciones.

Efectuar capacitaciones acerca del manejo de los desechos provenientes de la producción del pollo de engorde, dando más énfasis a la pollinaza y a las aves muertas, ya que requieren de un cuidado especial, pues son de rápida putrefacción; del mismo modo charlas acerca de la identificación oportuna y uso apropiado de los contenedores de desperdicios y la documentación del material residual a través de registros que permitan conocer en qué cantidades se genera así como en qué etapa de tratamiento se encuentra a fin de llevar toda la gestión integral de residuos bajo control.

A fin de disminuir el monto de la inversión de los proyectos planteados tanto para el tratamiento de pollinaza como de las aves muertas, se recomienda compartir la administración tanto de la compostera como de la planta de biogás, y además un estudio de mercado completo a fin de garantizar la rentabilidad de las propuestas seleccionadas.

Implementar el plan integral de manejo de residuos sólidos orgánicos y en cuanto a la pollinaza, sanitizar sea cual sea el tratamiento que vaya a recibir y antes de salir del galpón para mitigar la contaminación del entorno y estar en regla con la normativa ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. Avendaño, «Panorama actual de la situación mundial, nacional y distrital de los residuos sólidos,» Programa basura cero, Bogotá, 2015.
- [2] G. López, Plan de manejo integral de residuos sólidos para hipermercados, México: Universidad Autónoma de México, 2014.
- [3] D. PP, «El consumo de pollo y de huevos cada vez es mayor,» 24 Agosto 2015. [En línea]. Available: <http://www.ppelverdadero.com.ec/pp-comerciante/item/el-consumo-de-pollo-y-de-huevos-cada-vez-es-mayor.html>.
- [4] E. Universo, «Exportar, en mira de sector avícola ecuatoriano,» 21 Agosto 2015. [En línea]. Available: <http://www.eluniverso.com/noticias/2015/08/21/nota/5077706/exportar-mira-sector-avicola>.
- [5] R. Líderes, «Las empresas, en deuda con el ambiente,» [En línea]. Available: <http://www.revistalideres.ec/lideres/empresas-deuda-ambiente.html>.
- [6] G. A. y. P. Ministerio de Agricultura, «Censo Avícola Ecuatoriano año 2006,» 2006.
- [7] S. Muñoz, «Formulación de un plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) en la industria Avícola "Estudio de caso: Granja de aves ponedoras",» Universidad Militar Nueva Granada, 2013, Bogotá.
- [8] A. D. y M. M., «Diseño de un proceso para el manejo de residuos sólidos en planta procesadora de aves,» *Revista Ingeniería UC*, vol. 5, nº 1.
- [9] C. Castillo Gómez y R. Choy Contreras, «Desarrollo de un modelo de aprovechamiento de la gallinaza para la generación de recursos secundarios proveniente de la granja avícola San Gregorio,» de *XIX Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y ramas afines*, Lima, 2012.

- [10] J. A. Castillo Coronado, Situación de la oferta nutritiva de gallinaza y pollinaza procesada de granjas avícolas adyacentes a la ciudad de Santa Cruz de la Sierra (Provincia Andrés Báñez del Departamento de Santa Cruz)., Santa Cruz: Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Facultad de Medicina , 2006.
- [11] J. Arce y P. M. Rojas Augusto, «Efecto de la adición de pollinaza sobre las características nutricionales y fermentativas del ensilado de subproductos agroindustriales de yuca (Manihot esculenta),» *Agronomía Costarricense*, vol. 39, nº 1, pp. 131-140, 2015.
- [12] N. Bonifaz y M. Guartambel, Obtención de bio abono(compostaje) a partir de las aves de desecho(mortalidad) en la Granja Avícola Jatumpamba, Quito: Universidad Central del Ecuador, 2012.
- [13] E. Leonardi, «Mejores técnicas disponibles en la gestión ambiental,» *SNS Publicación Periódica Científico-Tecnológica*, vol. 1, nº 1, pp. 37- 46, 2013.
- [14] D. Parreño, Plan de manejo y reutilización de desechos sólidos de plástico reforzado con fibra de vífrio (PRFV) en CEPOLFI INDUSTRIAL C.A., Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2015.
- [15] A. Romero, Recogida de muestras biológicas y gestión de residuos (Atención higiénica), Pozuelo de Alarcón (Madrid): Editex, S.A.
- [16] Gestión medioambiental: manipulación de residuos y productos químicos, España: Vértice, 2006.
- [17] J. Granero y M. Sánchez, Gestión y Minimización de Residuos, Madrid: FC Editorial, 2007.
- [18] B. Jiménez, La Contaminación Ambiental en México, México: Limusa, 2001.
- [19] R. Almenar y M. Diago, El proyecto necesario: Construir un desarrollo sostenible a escala regional y local, Universidad de Valencia, 2002.

- [20] M. Pérez y R. Villegas, *Procedimientos para el manejo de residuos orgánicos avícolas*, Medellín: Universidad de Antioquia, 2009.
- [21] T. Murillo, «Alternativas de uso para la gallinaza,» de *Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales*, Costa Rica, 1999.
- [22] Solvesa, «Plan de manejo de desechos sólidos en la gestión ambiental,» [En línea]. Available:
<http://www.solvesacorp.com/solvesacorp.com/docs/downloads/Plan%20de%20manejo%20de%20desechos%20SÓLIDOS%20en%20la%20Gestion%20Ambienta.pdf>.
- [23] SESA-CONAVE-IICA, «Manejo de cama y compostage en Avicultura».
- [24] D. D. Q. Z. & M. Y. L. Ortez Sandoval, «Evaluación del potencial energético de desechos sólidos de granjas de engorde avícolas en El Salvador,» 2010.
- [25] R. P. A. & V. M. Pérez, «Caracterización nutricional, físicoquímica y microbiológica de tres abonos orgánicos para uso en agroecosistemas de pasturas en la subregión Sabanas del departamento de Sucre, Colombia,» *Tumbaga*, vol. 1, nº 5, pp. 27-37, 2010.
- [26] Federación Nacional de Avicultores de Colombia - Fondo Nacional Avícola , «Manual de residuos orgánicos,» GOPHER GROUP., Bogotá.
- [27] E. Martínez, *Estudio de factibilidad de uso racional y eficiente de la materia prima no tradicional del sector avícola para la generación de energía eléctrica*, Universidad Industrial de Santander, 2009.
- [28] J. Murcia, *Implementación de un sistema de aprovechamiento de los desechos sólidos provenientes de la granja integral "El emperador" ubicada en Santo Domingo de los Tsachilas*, Santo Domingo de los Tsachilas: Universidad de las Américas, 2012.

- [29] J. Pérez, Estudio y diseño de un biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros, Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2010.
- [30] K. D. R., «Fabricación de abonos compuestos en la granja utilizando las aves muertas diariamente,» Universidad Autónoma de Barcelona, California, 1995.
- [31] UNICEF, Guía para elaborar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Bogotá, 2005.
- [32] A. Guevara, Fundamentos básicos para el diseño de biodigestores anaeróbicos rurales, Lima, 1996.
- [33] R. Española, Residuos ganaderos I. 2, Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- [34] J. Andrade, Biodigestor Flotante de flujo descendente, Universida Veracruzana, 2010.
- [35] M. F. Tortarolo, M. Pereda, M. Palma y N. M. Arrigo, «Influencia de la inoculación de microorganismos sobre la temperatura en el proceso de compostaje,» *Ciencia del suelo*, vol. 26, n° 1, pp. 41-50, 2008.
- [36] El Telégrafo, «El precio del terreno lo impone la demanda,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/guayaquil/10/el-precio-del-terreno-lo-impone-la-demanda>.
- [37] Fundación Natura - REPAMAR - CEPIS - G.T.Z., «Evaluación de los proyectos de compostaje en el Ecuador,» Quito.
- [38] Red española de compostaje, Valoración de la fracción orgánica de residuos municipales: materia prima, proceso y producto, Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2014.
- [39] E. Röben y D. I. M. d. Loja, Manual de Compostaje Para Municipios, Loja, 202.

- [40] A. Pacheco y A. Acosta, Tratamiento de desechos para empresas municipales de Rastro, Quito: Universidad Central del Ecuador, 2014.
- [41] SINDE: Servicios Integrales para el Desarrollo, «Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Cía. Ltda.,» Pujilí, 2012.
- [42] B&G Consultores Asociados, Actualización del Diagnóstico del PDOT del Gobierno Autónomo y Descentralizado del Cantón Pujilí, Pujilí, 2014.
- [43] Fundación Hábitat, «Biodigestores” una alternativa a la autosuficiencia energética y de biofertilizantes,» Quimbaya, Quindío, 2005.
- [44] B. Campos Cuní, «Metodología para determinar los parámetros de diseño y construcción de biodigestores para el sector cooperativo y campesino,» *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 20, nº 2, pp. 37-41., 2011.
- [45] J. M. Herrero., Biodigestores familiares: Guía de diseño y manual de instalación., La Paz: Corporación Técnica Alemana GTZ, 2008.
- [46] D. Avendaño, «Diseño y construcción de un digestor anaerobio de flujo pistón que trate los residuos generados en una explotación ganadera de la localidad de Loja, Ecuador, empleando tecnologías apropiadas.,» Universidad Politécnica de Madrid, Universidad Particular de Loja, Loja, 2010.
- [47] R. Ulises, Diseño de un biodigestor para una Finca del Recinto San Luis de las Mercedes del Cantón Napo de la Provincia de Bolívar, Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- [48] P. Román, M. Martínez y A. Pantoja, Manual de compostaje del agricultor”, Santiago de Chile,; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2013.
- [49] A. Sandra, Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso de fermentación anaeróbica para la producción de biogás, Perú: German ProfEC, 2008.

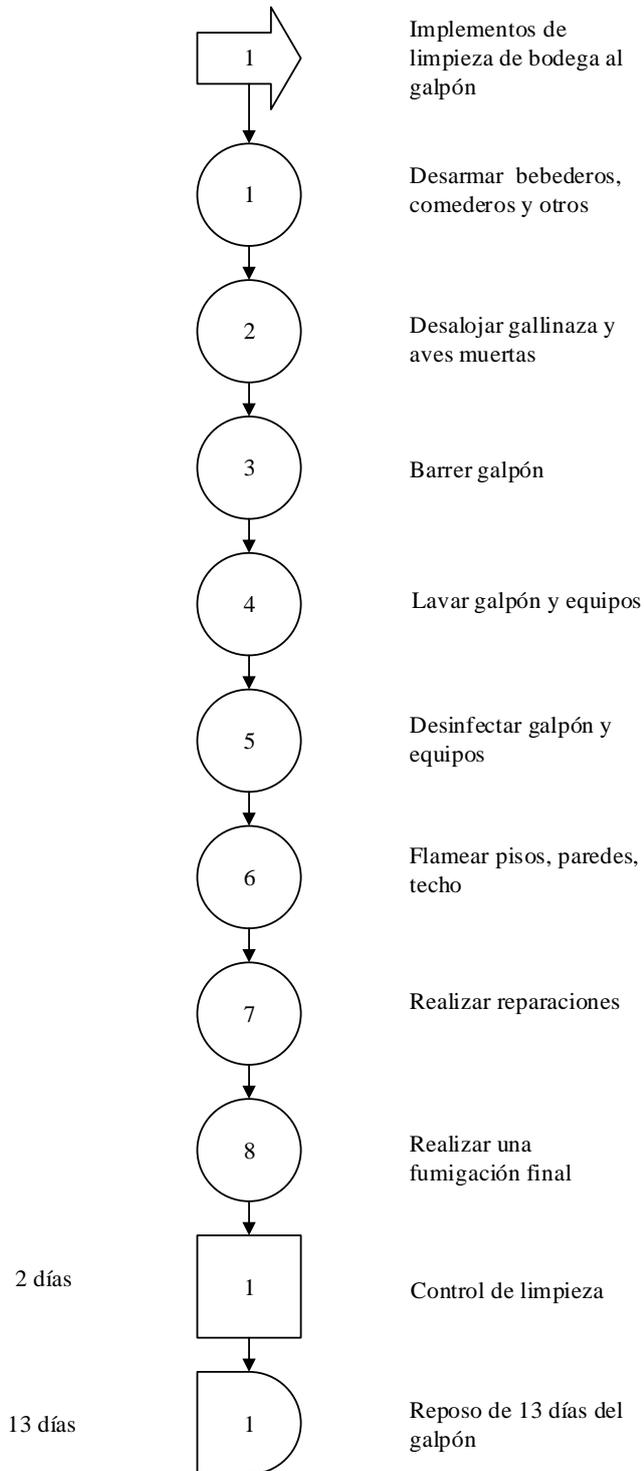
- [50] M. d. Ambiente, «Texto Unificado de la Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA), Libro VI Anexo 6: Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos.».
- [51] M. Estrada, «Manejo y procesamiento de gallinaza,» *Lasallista de Investigación*, vol. 2, n° 1, pp. 43-48, 2005.
- [52] L. Alzate, C. Jiménez y J. Londoño, «Aprovechamiento de residuos agroindustriales para mejorar la calidad sensorial y nutricional de productos avícolas,» *Producción + Limpia*, vol. VI, n° 1, pp. 108-127, 2011.
- [53] P. Jurado, M. J., N. Oliver, R. Charadía, S. Brühl y M. García, «Diseño de un proceso de aprovechamiento de los residuos agroindustriales,» de *JORNADAS SAM/ CONAMET/ SIMPOSIO MATERIA 2003*, Uruguay, 2003.

ANEXOS

Anexo 1: Cursogramas sinópticos del proceso de crianza y engorde de pollos

CURSOGRAMA SINÓPTICO

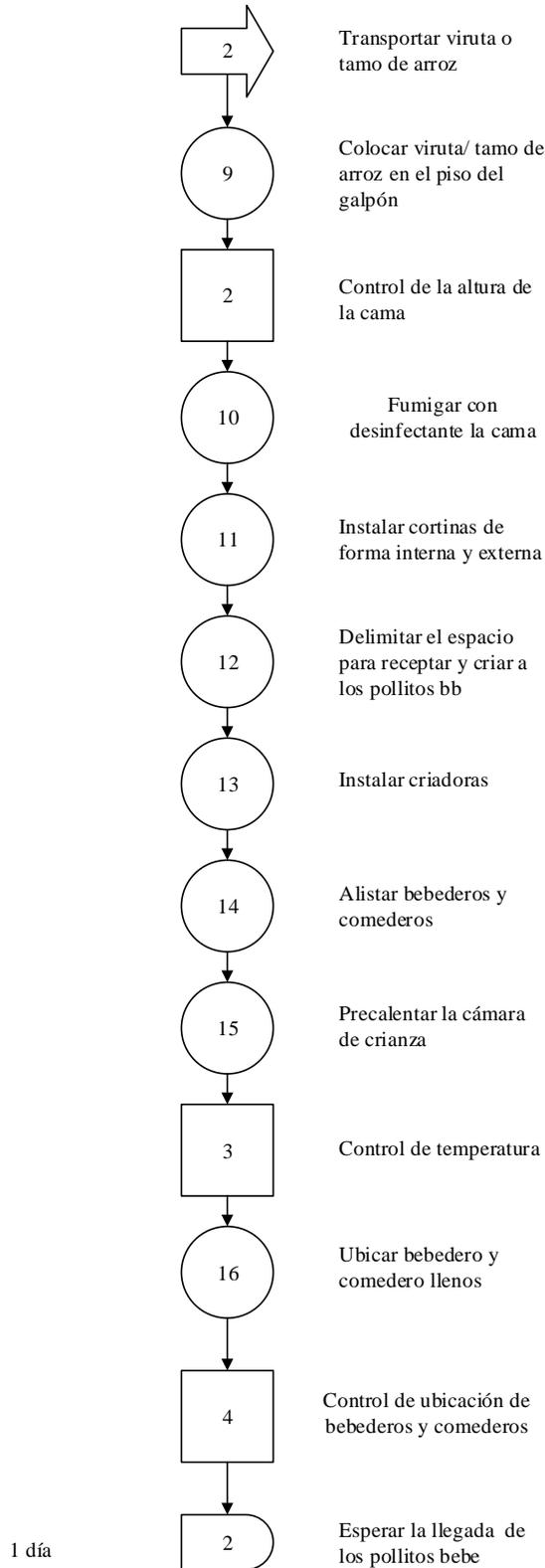
PROCESO: Limpieza y desinfección del galpón



Cursograma 1: Limpieza y desinfección

DIAGRAMA SINÓPTICO

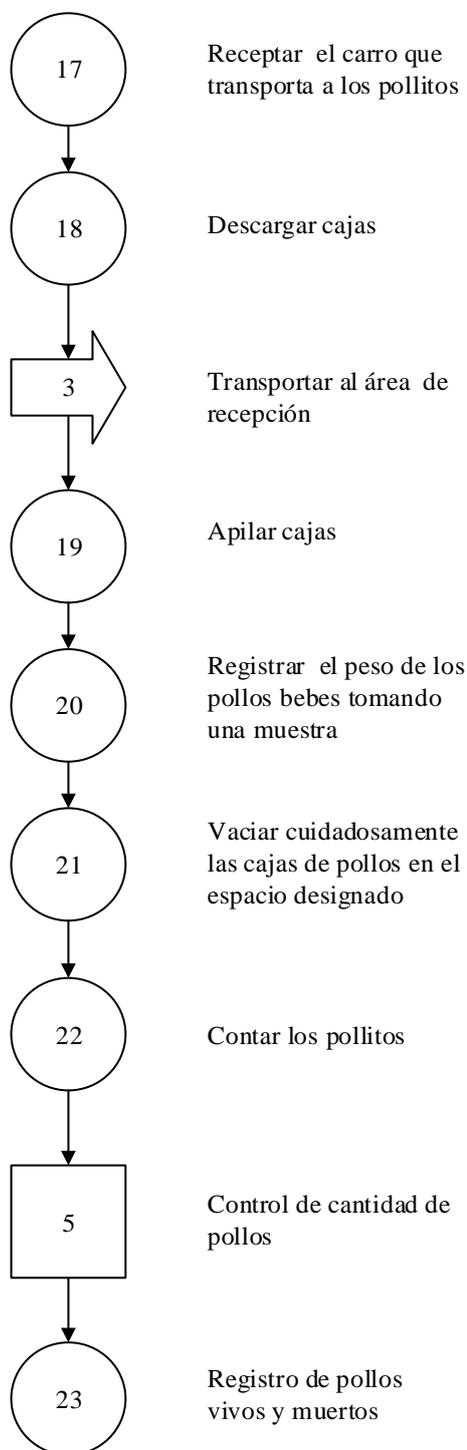
PROCESO: Alistamiento de la cámara de crianza



Cursograma 2: Alistamiento de la cámara de crianza

DIAGRAMA SINÓPTICO

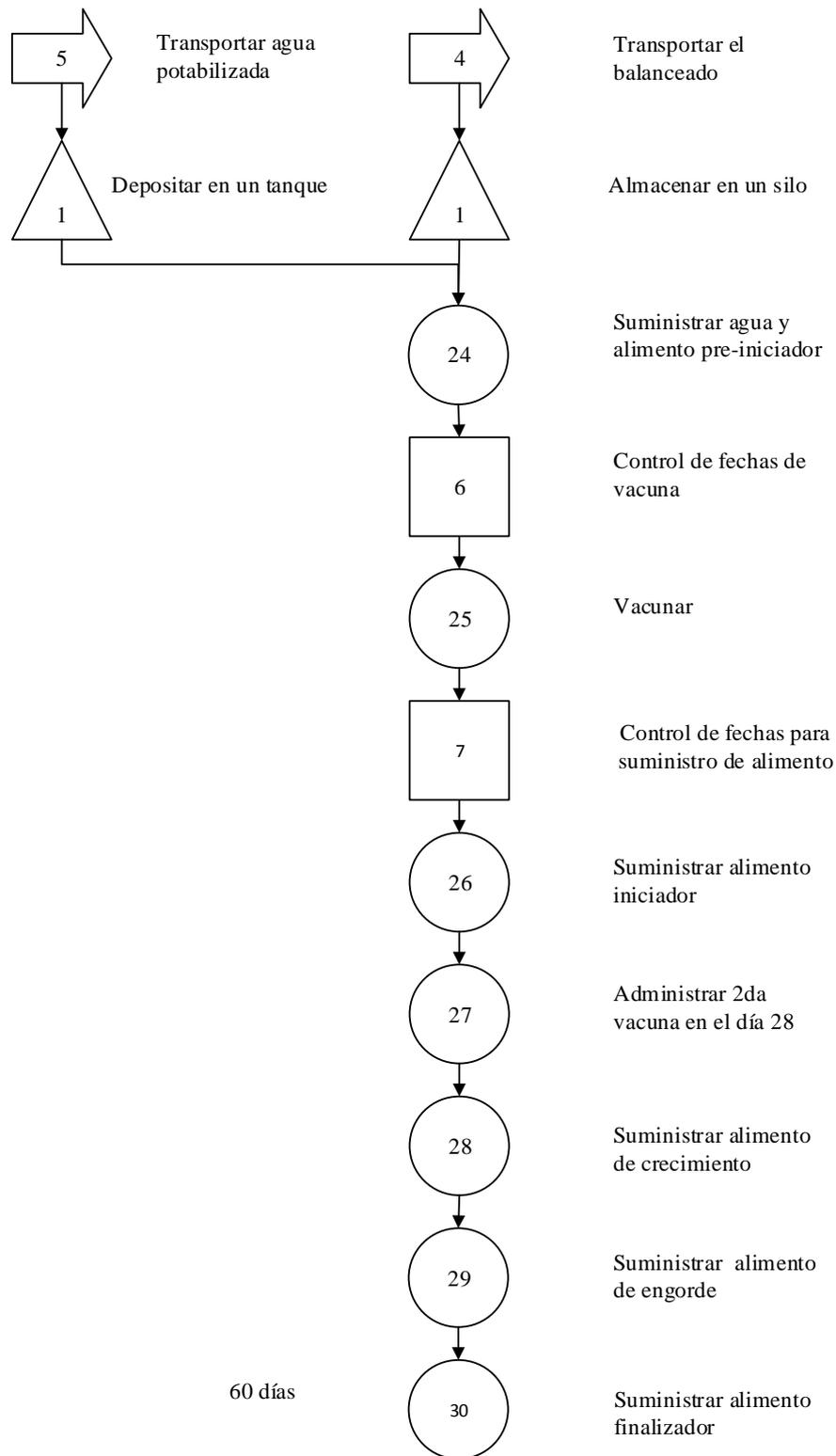
PROCESO: Recepción de los pollitos bebés



Cursograma 3: Recepción de pollitos bebé.

DIAGRAMA SINÓPTICO

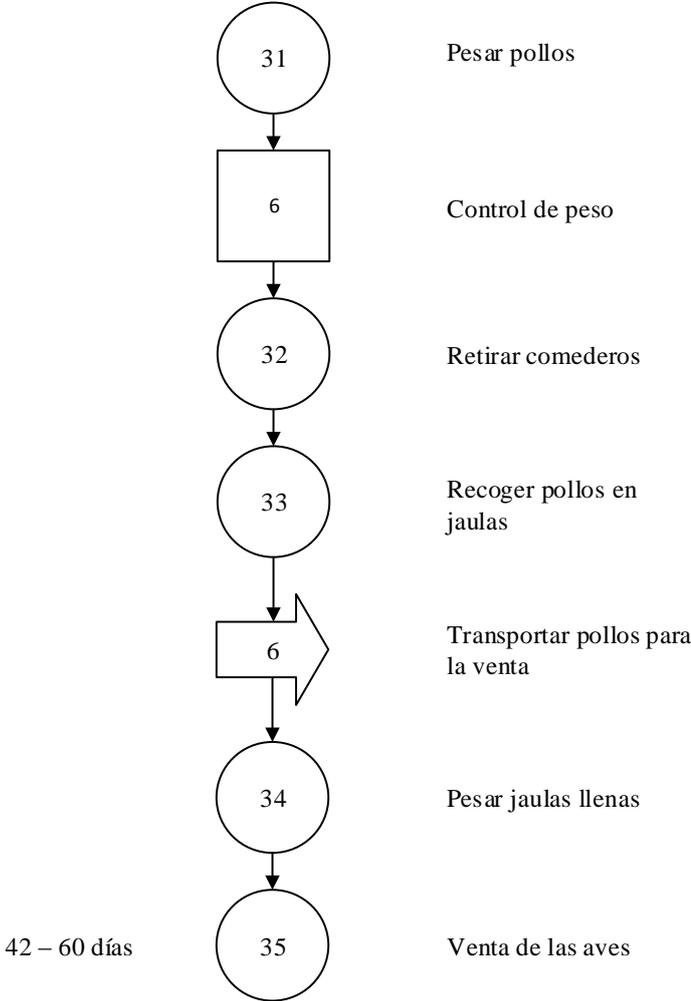
PROCESO: Alimentación y manejo veterinario



Cursograma 4: Alimentación y manejo veterinario

DIAGRAMA SINPÓPTICO

PROCESO: Comercialización de los pollos de engorde

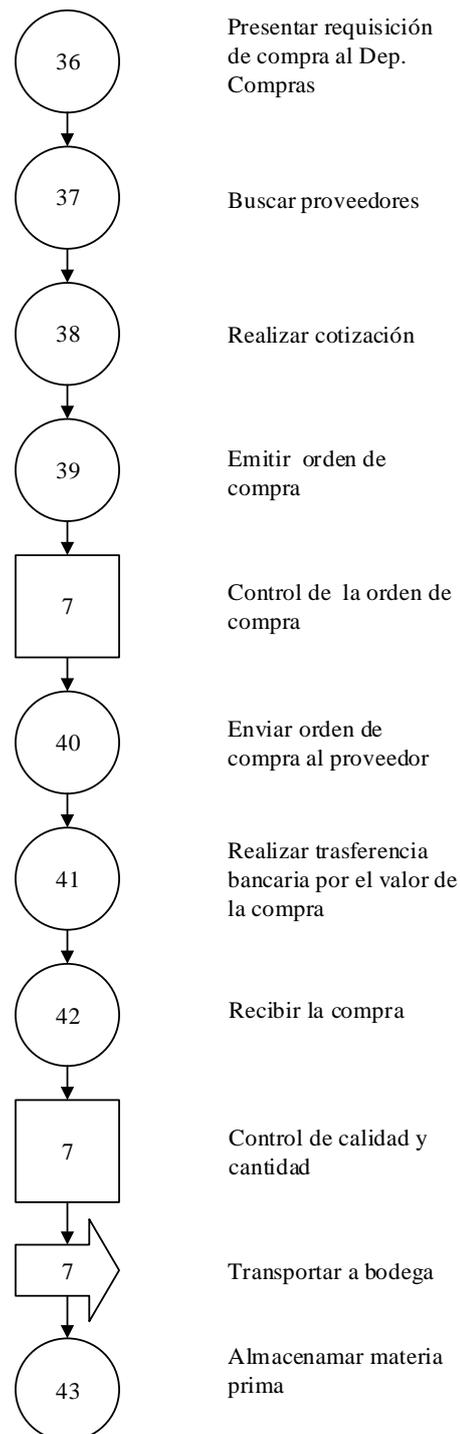


Cursograma 5: Comercialización de pollos

Anexo 2: Cursogramas Sinópticos del Proceso de Elaboración de alimento balanceado para pollos de engorde.

DIAGRAMA SINÓPTICO

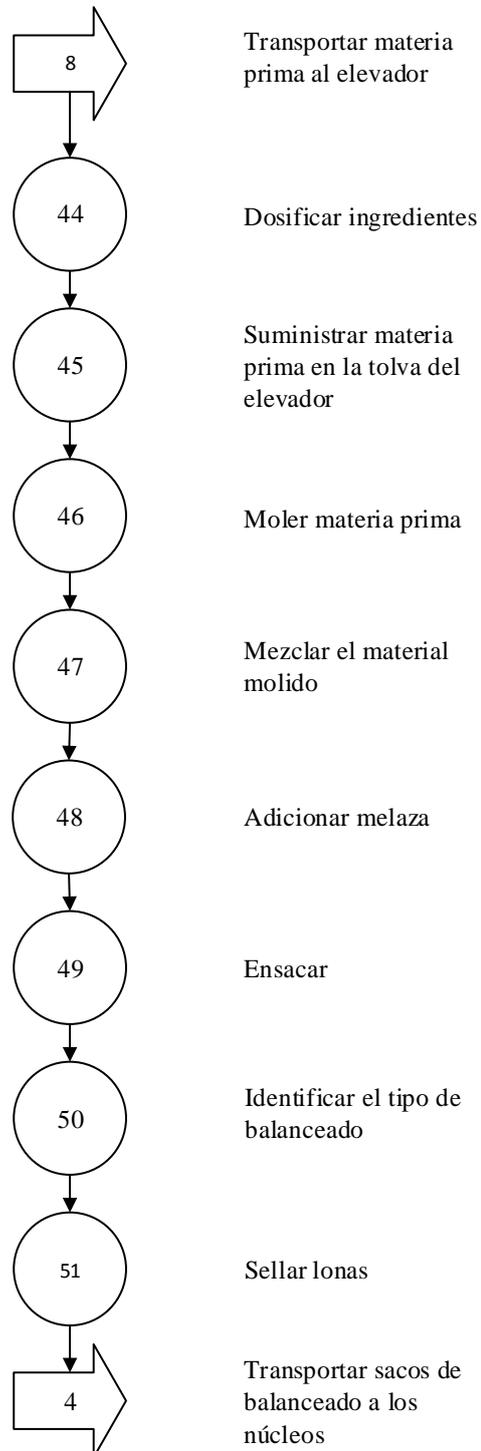
PROCESO: Compra de materia prima



Cursograma 6: Proceso de compras de materia prima

DIAGRAMA SINÓPTICO

PROCESO: Producción de alimento balanceado



Cursograma 7: Producción de alimento balanceado

Anexo 3: Registro de mortalidad.

	MANUAL DE CALIDAD		Sección: 12
	Referencia: NORMA ISO 9001-2008		Revisión: 00 Fecha: 10/02/2014
Código: RCB-133	Registro de crianza de aves Broiler		Página 113

1.1 Registro de crianza de aves Broiler

AVÍCOLA SAN VICENTE							
GALPÓN #: 7		FECHA: 27-01-2016		INCUBADORA:			
LOTE:		SEXO - AVES:		# AVES: 6000			
PESO PROMEDIO:		GALPONERO: Wilson Corvea					

DÍA	FECH.	MORT.	AVE. VIVAS	TAB.	RACIÓN DIARIA	AGUA	OBSER.	TM
1	27-01-2016	2	5998	0,02		Vitaminas	vacuna	35°
2	28-01-2016	8		0,02		Vitaminas	/	
3	29-01-2016	17		0,03		Vitaminas	/	
4	30-01-2016	7		0,04		Vitaminas		
5	31-01-2016	10		0,04		vitaminas		
6	01-02-2016	8		0,05				30°
7	02-02-2016	6		0,05				29°
8	03-02-2016	3		0,06		Vacuna Newcastle		
9	04-02-2016	2		0,07		Vitaminas	Restric.	
10	05-02-16	3		0,07		vitaminas		
11	06-02-16	4		0,08		vitaminas		
12	07-02-16	4		0,09		vitaminas	X	27°
13	08-02-16	8	5926	0,10		vitaminas	X	
14	09-02-16	12		0,11				
15	10-02-16	8		0,13				

Elaborado por: Marcelo Cajamarca	
Aprobado por:	

Anexo 4: Guía de entrevista.

GUÍA DE ENTREVISTA SOBRE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCTORA AVÍCOLA CAJAMARCA SUÁREZ “CAVICENTE” CÍA. LTDA.

OBJETO DE ESTUDIO: Identificar los problemas ambientales que se presentan por la generación de residuos sólidos orgánicos en el proceso de crianza y engorde de pollos, así como la cantidad que se genera y su disposición final en la Productora Avícola Cajamarca Suárez “CAVICENTE” Cía. Ltda.

LUGAR: _____ FECHA _____
HORA DE INICIO _____ HORA DE FINALIZACION _____

DATOS GENERALES

NOMBRE DEL ENTREVISTADO: _____

PROFESION/OCUPACION _____ EDAD _____

PREGUNTAS DE LA ENTREVISTA

PREGUNTAS
1. Conoce los residuos sólidos que se generan en el proceso productivo de crianza y engorde de pollos. Enumérelos
2. ¿Qué problemas medio ambientales ha percibido Ud. por el tipo de explotación avícola a la cual se dedica la empresa a su cargo?
3. ¿Cuál es la cantidad aproximada de residuos sólidos orgánicos (pollinaza y aves muertas) en kilogramos por día (kg /día) que se producen?
4. Conoce de leyes, normativas y ordenanzas que regulen la gestión de los residuos sólidos
5. ¿Existen procedimientos establecidos para la recolección de los residuos sólidos orgánicos?
6. ¿Tienen planes y/o programas orientados a la minimización de los residuos sólidos orgánicos?
7. ¿Dónde se almacenan los residuos sólidos orgánicos provenientes del proceso productivo antes de su desecho?
8. ¿Aplica algún tratamiento a los residuos sólidos orgánicos previo a su desecho?
9. ¿Cuál es la disposición final de los residuos sólidos orgánicos?
10. ¿Considera que es beneficiario invertir en un tipo de tratamiento para los residuos sólidos orgánicos?
11. ¿Conoce alternativas de aprovechamiento para los residuos sólidos orgánicos?

Anexo 5: Encuesta a los trabajadores.

ENCUESTA SOBRE LA GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCTORA AVÍCOLA CAJAMARCA SUÁREZ “CAVICENTE” CIA. LTDA.

OBJETIVO: Identificar los problemas ambientales que se presentan por la generación de residuos sólidos orgánicos en el proceso de crianza y engorde de pollos, así como la cantidad que se genera y la disposición final que se maneja en la Productora Avícola Cajamarca Suárez “CAVICENTE” Cía. Ltda.

INSTRUCTIVO:

- Lea detenidamente y conteste las preguntas.
- Marque con una (x) una de las alternativas.

1. DATOS GENERALES

Sexo: Femenino Masculino |
Edad: De 19 a 25 años De 26 a 40 | De 41 en adelante |
Puesto de trabajo: _____ **Área de trabajo:** _____

2. PREGUNTAS

- 1) ¿Considera que la crianza y engorde de pollos a nivel industrial genera desechos que contaminan el ambiente?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

- 2) ¿Qué impacto ambiental ha percibido a lo largo del proceso productivo de crianza y engorde de pollos? Señale

<input type="checkbox"/>	Aumento progresivo de malos olores
<input type="checkbox"/>	Presencia de animales transmisores de enfermedades (moscas, roedores, etc.)
<input type="checkbox"/>	Contaminación del suelo debido a la degradación de cadáveres
<input type="checkbox"/>	Generación de aguas residuales
<input type="checkbox"/>	Problemas con vecinos

- 3) Considere Ud. Que estos impactos ambientales son consecuencia de:

<input type="checkbox"/>	Pollinaza
<input type="checkbox"/>	Aves muertas
<input type="checkbox"/>	Otro residuo

¿Cuál? _____

- 4)

Los residuos sólidos orgánicos (pollinaza y aves muertas) se mezclan con otro tipo de desechos.

- Nunca
- A veces
- Siempre

5)

¿Existe un procedimiento establecido para el pesaje de los residuos sólidos orgánicos?

- Si
- No

7)

¿Existe recipientes debidamente establecidos para almacenar los diferentes tipos de residuos?

- Si
- No

8)

¿Considera que la recolección de los residuos sólidos orgánicos (pollinaza y aves muertas) es adecuada y toma en cuenta el bienestar ambiental y del trabajador?

- Si
- No
- A veces

9)

El sitio de acopio de los residuos sólidos orgánicos (pollinaza y aves muertas) cumplen condiciones de protección ambiental y de la salud humana

- Si
- No

10)

¿Cuál es el destino final de los residuos sólidos orgánicos (pollinaza y aves muertas)?

- Son totalmente vendidos sin procesar
- Una parte es vendida sin procesar y el resto se usa internamente como fertilizante
- Todo es procesado y transformado en fertilizante

Anexo 6: Proforma de los contenedores de residuos.

PROFORMA

PRISMART

Mayorista de Artículos para el Hogar y la Industria

CLIENTE	SRTA. MARTHA YANCHA		No. 1600536
R.U.C.			
ATENCION			
Teléfono:	Mail	Cecilia.yancha@gmail.com	
Dirección:			
Fecha:	16-11-2018		

Notas:

Cantidad	Producto	Características	V. Unitario Sin IVA	Dcto. x mayor	V. con Dcto. Sin IVA	V. Total Sin IVA
3	 STICKER CON LOGO DE LA INSTITUCION	CONTENEDOR INDUSTRIAL CON TAPA 1.100 litros CTIN1100LT Con brida de desfogue para lixiviados Capacidad 1.100 litros Dos ruedas con freno, 2 sin freno para mejor movilidad Manija acero inoxidable Alto: 110 cm Ancho: 108cm Largo: 130 cm Colores: Azul, rojo, verde, amarillo, negro, café, gris. 6 DIAS LABORABLES PARA FABRICACION	725.25	PROMOY ADICIO2%	627.46	1882.38
10	 ROJO 10 TACHO Y TAPA DEL MISMO COLOR	RECICLAJE TACHO HERKULES T. PLANA GDE 132 LITROS 931383 DIMENSIONES L 50 cm, A 48 cm, H 97 cm Capacidad: 132 lts. Colores: Azul (vidrio, lata, plástico) Verde (Orgánico) Negro (Papel – cartón) Rojo(peligro)	67.55	5%	64.17	641.70
Forma de pago	50% CON LA ORDEN DE COMPRA Y 50% CON LA ENTREGA DE LA MERCADERIA.		SUBTOTAL			
Entrega	5 días laborables (Depende del stock al momento de la orden de compra) En caso de no haber stock de productos importados 80 días por importación del producto. TRANSPORTE SIN COSTO EN EL PERIMETRO URBANO DE QUITO EN COMPRAS A PARTIR DE \$1.000 PARA ENTREGA EN PROVINCIAS EL COSTO DEL TRANSPORTE VA A CARGO DEL COMPRADOR		IVA 0%			-
			IVA 14%			
Validez de la Oferta	5 DIAS		TOTAL			

- Valores no incluyen IVA.
- Descuentos al por mayor aplicados de acuerdo a la cantidad de compra, en caso de variar la misma, el descuento variará.

Quedamos a la espera de su grata respuesta, será un placer servirles.

Atentamente,

KARLA VALLEJO-GRACE BURBANO
Departamento Comercial

Av. Del Maestro OE 3-40 y Real Audiencia
Telf.: 6041941 – 2292653 - 0987910082
E-mail: prismart.ecuador@yahoo.com

Anexo 7: Especificaciones técnicas camión 6 a 10 ton.

Nissan T5U41 (2012)

\$65.000
Negociable



Nissan T5U41 (2012): FICHA TECNICA

> Publicación #536880	> Marca Nissan	> Modelo T5U41
> Subtipo Camión Mediano (6 a 15 ton)	> Recorrido 160000 Kms.	> Sistema de climatización Aire Acondicionado
> Tracción 4 x 2	> Color Amarillo	> Último número de la placa 0
> Vidrios Eléctricos	> Transmisión Manual	> Dirección Hidráulica
> Motor(cilindraje) 220	> Tipo de Motor 220	> Tapizado Tela
> Combustible Diesel	> Placa Santo Domingo de los Tsachilas	

Anexo 8: Especificaciones técnicas camioneta cabina simple.

Chevrolet D-MAX 4X2 CS (2011)

IMBAUTO S.A.COMONUEVOS | ● Hace : 6 d

\$15.000

Negociable



Chevrolet D-MAX 4X2 CS (2011): FICHA TÉCNICA

> Publicación #570003	> Marca Chevrolet	> Modelo D-MAX 4X2 CS
> Subtipo Camioneta Cabina Simple	> Recorrido 115000 Kms.	> Sistema de climatización Calefacción
> Tracción 4 x 2	> Color Blanco	> Último número de la placa 6
> Vidrios Manuales	> Transmisión Manual	> Dirección Hidráulica
> Motor(cilindraje) 2400	> Tapizado Corosil	> Combustible Gasolina

Anexo 9: Formato de registro del proceso de sanitización de pollinaza.

PRODUCTORA AVÍCOLA CAJAMARCA SUÁREZ “CAVICENTE”					
CONTROL DE SANITIZACIÓN DE POLLINAZA					
REGISTRO RSP 001					
Núcleo de Producción _____					
Responsable:			Galpón N°:		
N° de pila:					
Dimensiones de la pila: largo ____ ancho ____ alto ____					
Fecha de inicio del apilado:					
Fecha de Volteo:					
Fecha de terminación del apilado:					
Temperatura registrada (55°C - 60°C)					
	Día	Fecha	Hora de la toma de temperatura	Temperatura (°C) Tres muestras	T°C promedio
1					
2					
3					
4					
OBSERVACIONES: _____					

FIRMA DEL RESPONSABLE: _____ -					

Anexo 10: Formato recolección de aves muertas.

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS							
PRODUCTORA AVÍCOLA CAJAMARCA SUÁREZ “CAVICENTE” ETAPA: RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE AVES MUERTAS REGISTRO MENSUAL							
Núcleo de Producción:				Responsable ruta de recolección:			
N°	Fecha	Hora	Cantidad	Peso (Kg)	Centro de producción	Nombre de quien entrega	Firma
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
15							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
30							
31							

Anexo 11: Lista de chequeo del proceso de compostaje de aves muertas y pollinaza.

<p>PRODUCTORA AVÍCOLA CAJAMARCA SUÁREZ “CAVICENTE”</p> <p>ETAPA: TRATAMIENTO</p> <p>CONTROL DE COMPOSTAJE</p>	
<p>LISTA DE CHEQUEO</p>	
Responsable:	Nº de cajón:
Actividades:	
Colocar capa de pollinaza	
Nivelar pollinaza	
Abrir ave	
Cortar patas	
Introducir las patas en la cavidad abdominal	
Colocar el ave con un margen de 12-15 cm de las paredes	
Humedecer ave (150 ml/ave grande 2 primeras capas y 300 ml en las siguientes capas)	
Sellar espacios	
Colocar capa de pollinaza	
Diligenciar formato	
Asear la zona de la unidad	

Fuente: FENAVI- FONAV, Construcción de un centro piloto de compostación.

Anexo 12: Formato de registro del proceso de compostaje de aves muertas y pollinaza.

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS			
PRODUCTORA AVÍCOLA CAJAMARCA SUÁREZ “CAVICENTE” ETAPA: TRATAMIENTO CONTROL DE COMPOSTAJE			
REGISTRO RCRO 001			
Responsable:		N° de cajón:	
Fecha de Inicio:			
Fecha límite de llenado del cajón (máximo 20 días después de la fecha de inicio)			
Fecha llenado del cajón (fecha real)			
Fecha primer volteo (30 días después del llenado)			
Fecha de retiro compostaje (30 días después primer volteo)			
Total bultos (45 kg)			
Total bultos carcaza			
Porcentaje de carcaza			
Cantidad de mortalidades y pollinaza empleada:			
Fecha	Número de aves muertas enteradas	Cantidad de pollinaza utilizada	Agua en litros

Anexo 13: Ficha Técnica del molino de martillos.



Pequeño Alimento Para Aves Molino de Martillos Precio/Pollo, Conejo Alimentación Molienda Máquina para La Venta

Precio FOB: US \$ 3500-6000 / Set | [¿Lo has visto más barato?](#)
 Puerto: qingdao,shanghai,guangzhou,tianjingand so on
 Cantidad de pedido mínima: 1 Set/s
 Capacidad de suministro: 7000 Set/s por Año
 Plazo de entrega: 7-15days entregado después de aceptar su orden
 Condiciones de pago: L/C,D/A,D/P,T/T,Western Union,MoneyGram

[✉ Contactar](#) [Iniciar Compra](#)

Desconectado

Datos Básicos

Voltaje:	380 V	Lugar del origen:	China (Continental)	Marca:	ROTEX MAESTRO
Condición:	Nuevo	Número de Modelo:	YSF65 * 27	Peso:	800 kg
Energía (W):	22KW	Tipo:	Máquina del molino	Garantía:	12 meses
Certificación :	CE & ISO	Dimensión (L*W*H):	1500*1100*1120 mm	Servicio After-sales proporcionado:	Dirige disponible para mantener la maquinaria en ultramar
color:	blanco y amarillo o como clientes	rotores:	rotores incorporado	rodamiento:	SKF
motor:	siemens	número hammer:	24	serie opcional:	serie YSF65 * 27,65*55,65*75
ventaja:	ampliamente utilizado en medio y grande alimentación molino de martillos	tiempo de trabajo:	24 horas de trabajo con totalmente automático	función:	alimentación molino de martillos de maíz, paja, plantas de alimentos
características:	alta capacidad, fácil de operar				

Paquete

Paquete: caso de madera estándar de la exportación o hierro caso como su requisito

Anexo 14: cosedoras remalladoras marca orient industriales para sacos.

U\$S 115⁰⁰



Características:

- Modelo Industrial resistente metálico con mango de Nylon.
- Funciona con 110 V / 60 Hz.
- Potencia 90 wats.
- Portable mayor comodidad, peso 4 Kg.
- Dimensión de puntada 7 mm.
- Incluye banda adicional, agujas, carbones y herramientas de despiece.
- Manual de instrucciones y despiece.
- Cortadora de hilo automática.
- mínimo mantenimiento
- Velocidad de cosido 1700 revoluciones por minuto
- Autolubricante con bomba manual
- Dimensiones: 27 x 37 x 30 cm.

Excelente para sellar sacos de diferentes tipos de plástico, papel y fibras vegetales y sintéticas.

Anexo 15: Proforma balanza y termómetro digital.



Buscar

[Catalogo de productos](#)

Cotización

Vigencia 15 días

No. 25934

Imprimir

Fecha: 13/11/2016

Empresa:
 Aten: **Martha Yancha**
 Teléfono: **0987098234**
 E-mail: **cecilia.yancha@gmail.com**

Comprar

Verifique el contenido de su cotización, las características de los productos, borre o agregue mas productos y ordene su pedido presionando el botón **Comprar** o [contáctenos](#)

Imagen	Código / Ref	Descripción	Cant.	Precio / Unitario	Precio / Total	Borrar
	130617 130617-5065	Termometro digital portatil de bolsillo, -50 a 300°C, 0.1°C/± 2 °C, Resistente agua y polvo, 4 mm OD x 133 mm longitud tipo punzon, , via, Entrega: INMEDIATA	2	US\$ 42,07	US\$ 84,14	<input type="button" value="Borrar"/>
	233011 BAXIC-060	Basculas digitales baja capacidad Cubierta en Acero Inoxidable, 60 Kg, 10 g, Solo peso, Kg, Lb, Plato 40x50 cm, Iexus, Entrega: AGOTADO CONSULTAR DIA LLEGADA	1	US\$ 272,00	US\$ 272,00	<input type="button" value="Borrar"/>

[Agregar otros productos](#)
[Agregar mas basculas-digitales](#)

Precios en Dolares Americanos. Icomterm : EXWOKS

SubTotal : \$	356,14
Des. %: \$	
IVA : \$	42,74
Flete: \$	
Total : \$	398,88

Anexo 16: Tabla de impuesto a la renta 2016.

Año 2016 - En dólares			
Fracción Básica	Exceso Hasta	Impuesto Fracción Básica	Impuesto Fracción Excedente
0	11.170	0	0%
11.170	14.240	0	5%
14.240	17.800	153	10%
17.800	21.370	509	12%
21.370	42.740	938	15%
42.740	64.090	4.143	20%
64.090	85.470	8.413	25%
85.470	113.940	13.758	30%
113.940	En adelante	22.299	35%

Anexo 17: Cálculo de los parámetros constructivos del biodigestor.

Cálculo de los parámetros constructivos del biodigestor											
x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Vd	Vef	Vc	hcf	dcf	rcf	rc	hc	vc	vd	
2,417	105,1	81,46	23,65	2,609	6,305	3,153	4,092	1,483	23,525	104,99	
2,418	105,1	81,46	23,65	2,608	6,306	3,153	4,092	1,484	23,541	105,00	
2,419	105,1	81,46	23,65	2,607	6,307	3,154	4,092	1,485	23,557	105,02	
2,423	105,1	81,46	23,65	2,604	6,311	3,155	4,091	1,487	23,621	105,08	
2,424	105,1	81,46	23,65	2,604	6,311	3,156	4,091	1,487	23,637	105,10	
2,425	105,1	81,46	23,65	2,603	6,312	3,156	4,091	1,488	23,653	105,11	

Anexo 18: Cotización del sistema de biodigestión.

27/11/2016

Productora Avícola: La Cangagua y Potrerillos.

Martha Yancha
Coordinador de obra.

Construcción de dos Biodigestores de 50 m³ para entero bacterias 2 Tanques de digestión, 2 compartimento de almacenamiento para Biogas (Metano CH₄), con captación y reutilización de lixiviados, accesos superiores y salida posterior para remoción de lodos y lixiviados.

Total USD = \$17,575.00 + IVA

Nota: Este Biodigestor producirá 100m³ de biogás mensual y 400kg de lodos activados o biol. Se recomienda su aplicación en procesos de cultivo de plantas de ornato y hortalizas maximizando el aprovechamiento de los sistemas y cerrar ciclos de transformación de materia orgánica.

Planta de Luz Ewok 75Kw a gas natural, con transferencia de 630 amp.

Total USD = \$21,850.00 + IVA

Estas propuestas tienen un tiempo estimado de realización en ocho semanas a partir del día de aprobación y depósito del anticipo de este presupuesto; cabe resaltar que dicha entrega puede ser ajustada a los tiempos que el cliente necesite, pero puede tener repercusiones en el monto presupuestado.

Los sistemas están garantizados por un año exceptuando en aparatos electrónicos (Bombas timers y/o controladores), plantas (estas últimas tienen una reposición de individuos muertos dos meses después de instalado).

La forma de pago es con un anticipo de 70% del total aprobado y 30% ha contra entrega de cada proyecto aprobado.

Este presupuesto tiene una vigencia de 30 días.

Att: Omar Meléndez
Creación y Realización de Proyectos.



Cda. de Antigua Carrizo a San Mateo Núm. 35,
Col. Contadero, C.P. 05500,
Delegación Cuajimalpa, Tel. 01645754

www.renueva.mx