



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS GALPONES PARA POLLO DE
ENGORDE Y REDUCIR EL ÍNDICE DE MORTALIDAD DE AVES EN LA ETAPA DE VIDA
UNO, EN LA EMPRESA AVÍCOLA VILLALOBOS**

Francisco Renato López Díaz

Asesorado por el Ing. Sergio Rodolfo Román Yoque

Guatemala, octubre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS GALPONES PARA POLLO DE
ENGORDE Y REDUCIR EL ÍNDICE DE MORTALIDAD DE AVES EN LA ETAPA DE VIDA
UNO, EN LA EMPRESA AVÍCOLA VILLALOBOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FRANCISCO RENATO LÓPEZ DÍAZ

ASESORADO POR EL ING. SERGIO RODOLFO ROMÁN YOQUE

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Núñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Víctor Hugo García Roque
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS GALPONES PARA POLLO DE
ENGORDE Y REDUCIR EL ÍNDICE DE MORTALIDAD DE AVES EN LA ETAPA DE VIDA
UNO, EN LA EMPRESA AVÍCOLA VILLALOBOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 05 de mayo de 2016.

Francisco Renato López Díaz

Guatemala, 20 de abril de 2,017

Ingeniero
José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería, Usac.

Ingeniero Gómez Rivera.

Por este medio atentamente le informo que como asesor del estudiante: Francisco Renato López Díaz, Carné No. 92-18059, procedí a revisar el Trabajo de Graduación, cuyo título es: MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS GALPONES PARA POLLO DE ENGORDE Y REDUCIR EL ÍNDICE DE MORTALIDAD DE AVES EN LA ETAPA DE VIDA UNO, EN LA EMPRESA AVICOLA VILLALOBOS.

En tal virtud, LO DOY POR APROBADO, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.


Ing. Sergio Rodolfo Román Yoque
Ingeniero Industrial
Col. 10,233
Ing. Sergio Rodolfo Roman Yoque
Colegiado No. 10,233



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS GALPONES PARA POLLO DE ENGORDE Y REDUCIR EL ÍNDICE DE MORTALIDAD DE AVES EN LA ETAPA DE VIDA UNO, EN LA EMPRESA AVÍCOLA VILLALOBOS**, presentado por el estudiante universitario **Francisco Renato López Díaz**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Edwin Ixpata Reyes
Ing. Mec-Industrial
Registro No. 7128

Ing. Edwin Josué Ixpata Reyes
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, junio de 2017.

/mgp



REF.DIR.EMI.143.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS GALPONES PARA POLLO DE ENGORDE Y REDUCIR EL ÍNDICE DE MORTALIDAD DE AVES EN LA ETAPA DE VIDA UNO, EN LA EMPRESA AVÍCOLA VILLALOBOS**, presentado por el estudiante universitario **Francisco Renato López Díaz**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2018.

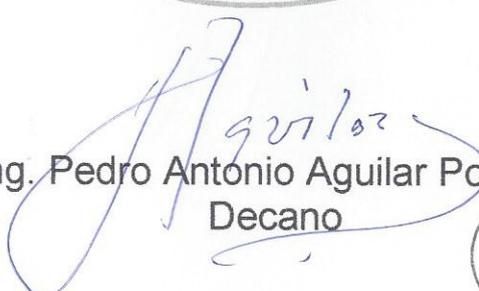


/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial al trabajo de graduación titulado: **MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS GALPONES PARA POLLO DE ENGORDE Y REDUCIR EL ÍNDICE DE MORTALIDAD DE AVES EN LA ETAPA DE VIDA UNO, EN LA EMPRESA AVICOLA VILLALOBOS**, presentado por el estudiante universitario: **Francisco Renato López Díaz**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, Octubre de 2018

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser una importante influencia en mi carrera, pilar de sabiduría.
Mis padres	Víctor Hugo López Pellecer (q. e. p. d.) y Clara Luz Díaz de López, por su amor incondicional y ser una guía en mi vida.
Mi hijo	Víctor José Francisco López Dubón, por ser motor en mi vida, entre otras cosas.
Mis hermanos	Rosa María y Sergio Aroldo López, por ser dos ejemplos a seguir en mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudio más importante en mi carrera.
Facultad de Ingeniería	Por ser una importante influencia en mi desarrollo académico.
Mis amigos de la Facultad	Ludin Cruz, Edwin Lucero y Carlos Roldan, gracias por su apoyo.
Avícola Villalobos, S. A.	Por permitirme desarrollar este trabajo de graduación en sus instalaciones.
Ing. Sergio Rodolfo Román Yoque	Por su valiosa colaboración y asesoría para el desarrollo del presente trabajo de graduación.
Ing. Edwin Ixpatá	Por su dedicación y apoyo prestados en este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	1
1.1. Empresa de producción de pollo	1
1.2. Reseña histórica.....	1
1.2.1. Ubicación.....	2
1.2.2. Misión	3
1.2.3. Visión.....	3
1.2.4. Política de calidad.....	4
1.2.5. Estructura de la empresa.....	5
1.3. Granja de aves	6
1.3.1. Granja de aves reproductoras	6
1.3.2. Granjas de aves de postura comercial	7
1.3.3. Granjas de pollo de engorde.....	8
1.4. Eficiencia	9
1.4.1. Definición.....	9
1.4.2. Cuantificación de la eficiencia.....	9
1.5. Galpón para pollos	9
1.5.1. Orientación	10
1.5.2. Dimensiones.....	10

1.5.3.	Paredes del galpón	11
1.5.4.	Piso del galpón	11
1.5.5.	Equipos	11
1.5.6.	Bebederos automáticos.....	12
1.5.7.	Bandeja de recibimiento.....	12
1.5.8.	Comederos tubulares	13
2.	SITUACIÓN ACTUAL	15
2.1.	Departamento de producción	15
2.1.1.	Área de crecimiento	15
2.1.2.	Área de postura.....	16
2.1.3.	Área productora.....	16
2.2.	Características del pollo de engorde	16
2.2.1.	Preparación y recepción.....	16
2.2.2.	Etapas uno	18
2.2.3.	Consumo de gas	18
2.2.4.	Espacio comedero para aves	19
2.2.4.1.	Altura	19
2.2.4.2.	Sistema de bebedero	20
2.2.4.3.	Estándares de calidad del agua	21
2.3.	Crianza de pollo de engorde	21
2.3.1.	Adecuación de las instalaciones	21
2.3.2.	Tiempo de cuarentena	22
2.3.3.	Preparación de corrales	22
2.3.4.	Alimentación del ave	22
2.4.	Proceso de vacunación del ave	23
2.4.1.	Vías y formas de vacunación	23
2.4.2.	Peso corporal y conversión diaria	25
2.5.	Indicadores de productividad	26

2.5.1.	Peso corporal semanal	28
2.5.2.	Conversión alimenticia.....	28
2.5.3.	Ganancia de peso.....	30
2.5.4.	Eficiencia alimenticia	31
2.5.5.	Índice de productividad	31
2.5.6.	Porcentaje de mortalidad.....	32
2.6.	Recursos	32
2.6.1.	Bioseguridad.....	32
2.6.2.	Instalaciones.....	34
2.6.3.	Agua de bebida.....	37
2.6.4.	Piensos	39
2.6.5.	Ambiente.....	40
2.6.6.	Factor humano.....	41
2.6.7.	Manejo de desecho	42
2.7.	Uso de la energía	43
2.7.1.	Reducción del consumo de energía	43
2.7.2.	Control de uso de la energía.....	43
3.	PROPUESTA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y REDUCIR EL ÍNDICE DE MORTANDAD EN LOS GALPONES DE POLLO	45
3.1.	Galpones y medio ambiente en la etapa uno	45
3.1.1.	Sistema de ventilación mínima	46
3.1.2.	Ventilación de transición.....	48
3.1.3.	Ventilación de túnel	49
3.1.4.	Sistemas de enfriamiento	49
3.1.5.	Iluminación a través de energías renovables	50
3.1.6.	Manejo de la cama	51
3.1.7.	Densidad de la población	53

3.2.	Sistemas automáticos de alimentación	54
3.2.1.	Sistema de suspensión	54
3.2.2.	Almacenamiento.....	54
3.2.3.	Descarga de silos.....	54
3.3.	Equipo de alimentación	55
3.3.1.	Dispositivos de seguridad.....	55
3.3.2.	Instalación mecánica.....	55
3.4.	Buenas prácticas de manufactura en la crianza de pollo	56
3.4.1.	Bioseguridad	57
3.4.2.	Instalaciones	57
3.4.3.	Sistemas de bebederos.....	57
3.4.4.	Manejo de piensos (alimento balanceado)	58
3.4.5.	Control del medio ambiente.....	58
3.4.6.	Factor humano	59
3.5.	Evaluación de indicadores de productividad	59
3.5.1.	Peso corporal semanal.....	59
3.5.2.	Conversión alimenticia	61
3.5.3.	Ganancia de peso	63
3.5.4.	Eficiencia alimenticia	63
3.5.5.	Índice de productividad	64
3.5.6.	Porcentaje de mortalidad.....	65
3.6.	Evaluación de gráficas comparativas	66
3.6.1.	Peso semanal.....	66
3.6.2.	Conversión alimenticia	67
3.6.3.	Mortalidad acumulada	68
3.7.	Mantenimiento de equipo de la etapa uno	69
3.7.1.	Motores del sistema automático de alimentación	69
3.7.2.	Interruptores de automatización	71
3.7.3.	Tuberías y sistema de suspensión	72

4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	73
4.1.	Principios de plan de prevención de riesgos	73
4.1.1.	Protección de personal	73
4.1.2.	Protección de maquinaria	74
4.1.3.	Prevención de accidentes.....	74
4.2.	Factores involucrados en los accidentes	75
4.2.1.	Factor humano.....	75
4.2.2.	Factores ambientales	76
4.3.	Análisis de indicadores de productividad.....	77
4.3.1.	Peso corporal semanal	77
4.3.2.	Conversión alimenticia.....	78
4.3.3.	Ganancia de peso.....	79
4.3.4.	Eficiencia alimenticia	80
4.3.5.	Índice de productividad	82
4.3.6.	Porcentaje mortalidad.....	83
4.4.	Manejo de residuos	83
4.4.1.	Medio ambiente	84
4.4.2.	Residuos orgánicos	84
4.5.	Gallinaza.....	85
4.5.1.	Compostaje.....	86
4.5.2.	Usos	87
4.5.3.	Producción de energía.....	88
4.6.	Mortalidades	89
4.6.1.	Compostaje.....	89
4.6.2.	Fosa.....	90
4.7.	Transformación de proteínas en harina para consumo animal.....	91
4.7.1.	Harina de sangre	91
4.7.2.	Harina de carne y hueso.....	92

4.7.3.	Harina de residuos	94
4.7.4.	Harina de plumas	96
4.8.	Biodigestor	96
4.9.	Análisis financiero	99
5.	SEGUIMIENTO.....	107
5.1.	Medidas de prevención de riesgos.....	107
5.1.1.	Señalización.....	107
5.1.2.	Equipo de protección personal.....	116
5.1.3.	Análisis de trabajo seguro	118
5.2.	Capacitaciones.....	120
5.2.1.	Evaluación de las capacitaciones.....	121
5.2.2.	Cronograma de trabajo	122
5.3.	Evaluación económica	123
5.3.1.	Valor presente neto	123
5.3.2.	Tasa interna de retorno	123
5.3.3.	Beneficio-costos.....	123
5.4.	Auditorías	123
5.4.1.	Auditorías internas	124
5.4.2.	Auditoría externa	125
5.5.	Estadísticas.....	125
5.5.1.	Peso semanal.....	126
5.5.2.	Conversión alimenticia	126
5.5.3.	Mortalidad.....	127
5.6.	Manejo de desechos	128
5.6.1.	Sólidos.....	129
5.6.2.	Líquidos.....	129
5.6.3.	Bioinfecciosos	129
5.7.	Medidas de seguridad.....	130

5.7.1.	Bioseguridad.....	130
5.7.2.	Sistemas de bebederos	132
5.7.3.	Manejo de piensos.....	132
5.7.4.	Control del medio ambiente	133
CONCLUSIONES		135
RECOMENDACIONES		137
BIBLIOGRAFÍA.....		139
APÉNDICE.....		141

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la empresa.....	3
2.	Organigrama de la planta procesadora de aves	6
3.	Galpón para pollo y su adecuada orientación	10
4.	Tipos de bebedero para pollo de engorde.....	12
5.	Bandeja plástica de recibimiento.....	13
6.	Tipos de comedero tubular.....	13
7.	Área de crecimiento	15
8.	Recepción pollo de un día y ampliación de espacio según edad	17
9.	Formas de vacunar al ave	25
10.	Ejemplo de gráfica de conversión alimenticia	30
11.	Poceta de desinfección	36
12.	Pesos corporales, semana noviembre-diciembre 2016.....	60
13.	Conversión alimenticia, noviembre-diciembre 2016.....	62
14.	Pesos corporales, semana noviembre-diciembre 2016.....	66
15.	Conversión alimenticia, noviembre-diciembre 2016.....	68
16.	Mortalidad, noviembre-diciembre 2016	69
17.	Fosa para la disposición de mortalidad	90
18.	Proceso de fabricación de harina de carne y huesos.....	93
19.	Tanque de cocción (digestor).....	95
20.	Proceso de elaboración de harina de residuos	95
21.	Ejemplo de construcción de biodigestor.....	97
22.	Cálculo de valor presente neto.....	102
23.	Cálculo de la tasa interna de retorno.....	104

24.	Cálculo de beneficio costo	105
25.	Señales de ruta de evacuación.....	110
26.	Equipo de protección personal	118
27.	Pediluvios con desinfectante	132

TABLAS

I.	Tasas de ventilación mínima (galpón de 20 000 pollos)	47
II.	Características de los materiales de cama comunes.....	52
III.	Pesos corporales semanas noviembre-diciembre de 2016	60
IV.	Conversión alimenticia noviembre-diciembre de 2016.....	62
V.	Ganancia de peso noviembre-diciembre de 2016	63
VI.	Porcentaje de mortalidad noviembre-diciembre de 2016.....	65
VII.	Mantenimiento para motores eléctricos del sistema de alimentación automática	70
VIII.	Sistema de mantenimiento para interruptores de control.....	71
IX.	Mantenimiento para tubería y sistema de suspensión.....	72
X.	Charlas semanales para prevenir accidentes	75
XI.	Factores personales y medidas para su control	76
XII.	Pesos corporales y comparación de lotes A y B.....	77
XIII.	Comparación de conversión alimenticia lotes A y B	79
XIV.	Ganancia de peso comparativo lotes A y B	80
XV.	Porcentaje de mortalidad para los lotes A y B	83
XVI.	Producción animal de estiércol por día	97
XVII.	Temperaturas para la producción de biogás.....	98
XVIII.	Flujo de efectivo.....	101
XIX.	Hoja de control de higiene de los trabajadores	117
XX.	Análisis de trabajo seguro.....	119
XXI.	Plan de capacitaciones	120

XXII.	Formato de evaluación.....	121
XXIII.	Cronograma de trabajo	122
XXIV.	Peso semanal	126
XXV.	Conversión alimenticia	127
XXVI.	Porcentaje de mortalidad	128

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
kg	Kilogramo
m	Metro
mm	Milímetro
%	Porcentaje

GLOSARIO

Alimento	Mezcla homogénea y equilibrada de varios nutrientes para lograr una dieta balanceada.
Ambiente	Conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y otros organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinado.
Bioseguridad	Conjunto de acciones y medidas de evaluación, monitoreo, control y prevención en la realización de actividades con organismos genéticamente modificados, como el pollo de engorde, con el objeto de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos para la salud humana, el medio ambiente y la diversidad biológica; incluye la inocuidad de dichos organismos destinados para uso o consumo humano.
Buenas prácticas ambientales	Medidas, de gestión o técnicas, destinadas a mejorar el rendimiento medioambiental.
Cama	Material utilizado para evitar el contacto directo de las aves con el piso del galpón.

**Conversión
alimenticia**

Es el medidor de eficiencia y productividad; si está deficiente puede ser por los siguientes motivos: salud de las aves o manejo de la persona. Este indicador es la división de libras de alimento consumidas y libras de carne obtenidas; está relacionado con la mortalidad: si hay una mortalidad alta, la conversión aumenta, es decir, está en riesgo la recuperación de libras obtenidas por alimento consumido.

Criadora

Equipo generador de calor que reemplaza la cría natural de aves.

Gallinaza

Excreta de aves abuelas, reproductoras, ponedoras y pollos de engorde, en las etapas de levante y producción; incluye: plumas, camas y restos de alimento.

Galpón

Construcción utilizada para la crianza de pollos de engorde u otras aves de corral; se toman en cuenta factores como: su forma (rectangular), su orientación, su techo, sus componentes (madera, metal, block, concreto, etc.) o el clima.

Pienso

Cualquier sustancia o producto, incluidos los aditivos, destinado a la alimentación por vía oral de los animales; sin transformar o transformado entera o parcialmente.

RESUMEN

El ave en su primera etapa de vida requiere de una alimentación balanceada para ganar peso, tener un área controlada donde la temperatura ambiente le permita crecer y no morir por exceso o falta de calor.

En los galpones se utiliza gas para generar calor que representa un costo de producción alto para la empresa, por tal razón, se busca una alternativa con energía renovable para mejorar la eficiencia energética.

Actualmente, la empresa tiene problemas en los índices de mortalidad de aves en su primera etapa ya que no hay registros adecuados de producción que permitan visualizar cuando se debe implementar una solución a este problema; también, identificar el momento dentro del ciclo de vida de las aves cuando la productividad tiene un declive.

La mayoría de la eficiencia energética se pierde durante el invierno o las noches frías por entradas incontroladas de aire en el galpón a través de grietas en las paredes u orificios en las cortinas. Por lo tanto, se busca utilizar energías renovables para disminuir el costo de producción; así mismo, disminuir el índice de mortalidad en las aves; y, en consecuencia, mejorar la producción de la empresa.

OBJETIVOS

General

Mejorar la eficiencia energética en los galpones para pollo de engorde, para reducir el índice de mortalidad de los pollos de engorde en la etapa de vida uno.

Específicos

1. Identificar los métodos para controlar el índice de mortalidad en los pollos de engorde.
2. Determinar el análisis financiero de la propuesta para la empresa.
3. Establecer las medidas de bioseguridad para el proceso de crianza del pollo de engorde.
4. Identificar y aplicar las capacitaciones adecuadas para el personal de producción de pollos de engorde.
5. Identificar buenas prácticas de manufactura para el proceso productivo de crianza de pollo.
6. Analizar el comportamiento de la productividad lote a lote a través de gráficas comparativas.

INTRODUCCIÓN

La empresa en estudio es una empresa guatemalteca dedicada a la producción de pollo de engorde; desarrolla muchas actividades: la crianza de gallos y gallinas de raza pura, la producción de huevo fértil, la incubación y producción de pollo de engorde y, por último, el crecimiento (engorde) del pollo para el consumo humano; sumado a este proceso, está el departamento de mantenimiento que realiza el anterior proceso de una manera eficiente y eficaz.

La empresa ha mantenido un crecimiento sostenido anual promedio de un 4 % a pesar de los distintos problemas económicos que ha enfrentado el país, gracias a la implementación oportuna de técnicas de producción y comercialización efectiva, y de la educación y el desarrollo empresarial de sus miembros.

La falta de eficiencia en el uso de los recursos agua, energía y materia prima y la necesidad de mejorar la competitividad nacional obliga a la empresa a mejorar la eficiencia energética en los galpones para pollo de engorde para tener condiciones de crianza que reduzcan la tasa de mortalidad dentro de los primeros días de vida del pollo de engorde.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. Empresa de producción de pollo

Avícola Villalobos, S. A., es una empresa dedicada a la producción de pollo de engorde que incluye muchas actividades: la crianza de gallos y gallinas de raza pura, la producción de huevo fértil, la incubación y crianza de pollo de engorde y, por último, el crecimiento (engorde) del pollo para el consumo humano; el departamento de mantenimiento lleva a cabo el anterior proceso de una manera eficiente y eficaz.

A continuación, se presenta una reseña histórica de la corporación de la que forma parte Avícola Villalobos, S. A.

1.2. Reseña histórica

En Guatemala, la industria avícola se remonta a los años sesenta; en esta década existían granjas dedicadas a la venta y producción de gallinas ponedoras para los productores de huevo quienes lo distribuían para el consumo regional. A mediados de la década de los años sesenta, se puso a la venta una de las pocas industrias de pollo en el país porque no podía continuar con sus operaciones: aproximadamente cinco mil pollos a la semana.

A finales de los años sesenta, se fusionaron dos de las grandes granjas de engorde de pollo. De esta fusión, surge la industria más importante en producción y procesamiento de estas aves. A partir de dicha unión, la industria avícola ha estado en constante expansión; ha generado una diversidad de

empleos para los diferentes sectores socioeconómicos del país, lo cual ha permitido el crecimiento de esta industria, a nivel nacional y en la región centroamericana, ya que la demanda ha aumentado, principalmente; también, el compromiso con los altos niveles de calidad en todos los procesos de toda la cadena productiva de la marca líder en el mercado de aves.

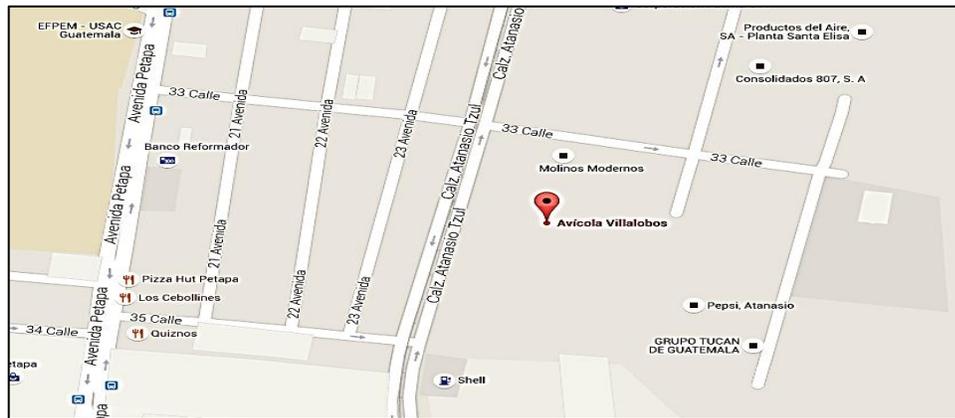
Actualmente, la planta tiene una producción diaria de aproximadamente 90 000 pollos beneficiados. Mantiene esta producción con 780 colaboradores que trabajan en un proceso totalmente automatizado con atención en puntos estratégicos en donde la maquinaria no puede ser más eficiente que los colaboradores.

Por otro lado, la empresa también brinda a clientes del sector público y privado servicios de construcción, operación, ingeniería, estudios eléctricos y gerencia de proyectos de transmisión de energía, con prácticas de clase mundial y un equipo humano con altos valores éticos y profesionales.

1.2.1. Ubicación

La empresa está ubicada en la 24 avenida 34-05 Z-12, en la ciudad de Guatemala, como se detalla en la figura 1.

Figura 1. Ubicación de la empresa



Fuente: Google Maps. Avícola Villalobos, calz. Atanasio Tzul 34-05, Guatemala. Consulta: 14 de diciembre de 2016.

1.2.2. Misión

La misión es la razón de ser de la empresa, el motivo por el cual existe. Es la determinación de las funciones básicas que la empresa desempeñará en un entorno determinado para conseguir tal misión. La de la empresa es la siguiente:

Ser líderes en proveer e innovar soluciones alimentarias cárnicas y de alimentos balanceados para animales que generen valor para sus clientes, accionistas, consumidores, proveedores, colaboradores y la comunidad en la que operamos, de manera creativa, responsable y sustentable.

1.2.3. Visión

La visión, se refiere a lo que la empresa quiere crear, la imagen futura de la organización.

La visión es creada por la persona encargada de dirigir la empresa, quien tiene que valorar e incluir en su análisis muchas de las aspiraciones de los agentes de la organización, internos y externos. La visión de la empresa es:

Ampliar en Centroamérica y El Caribe, nuestro liderazgo de participación de mercado y rentabilidad con productos, procesos y capital humano de clase mundial, expandiendo nuestra presencia a nuevos mercados donde existan oportunidades estratégicas.

1.2.4. Política de calidad

La política de calidad que identifica a la empresa, la destaca y la compromete a mejorar cada día con conductas dirigidas por los siguientes valores:

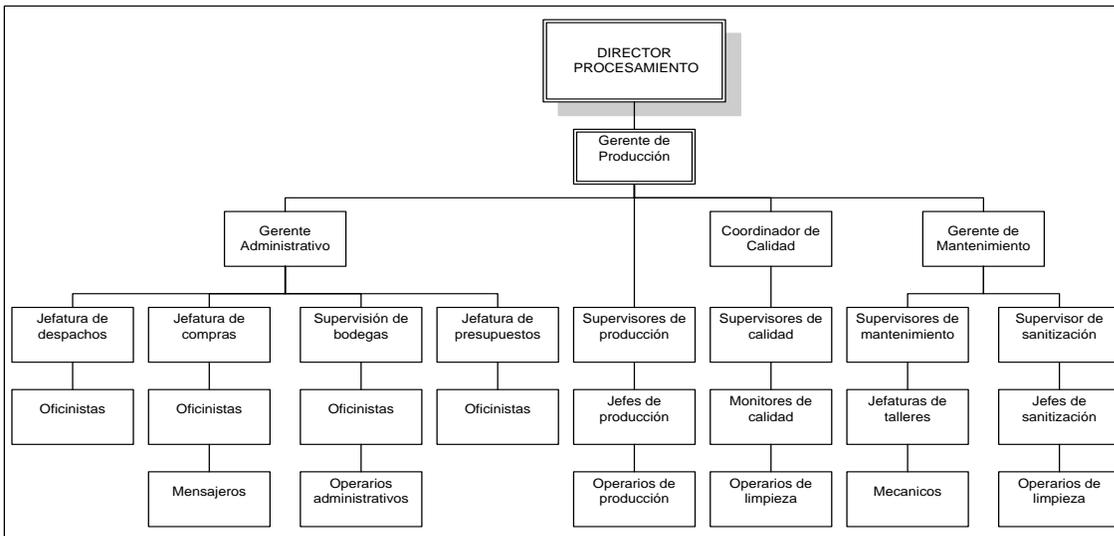
- **Responsabilidad:** se asume el compromiso de ser una organización dinámica, eficaz, moderna y garante de la obligación adquirida con la visión, la misión, los valores y los principios de la empresa. Se responde por los actos de la empresa, se es respetuoso de la ley y se cumple con responsabilidad ante clientes, proveedores, colaboradores y acreedores. Se es respetuoso y solidario con las comunidades de las que se es parte.
- **Excelencia:** se busca superioridad y corrección en lo que se hace. Se forja con el trabajo, resultados dignos de aprecio y admiración. Se rechaza la mediocridad y la ineficiencia pues se busca la excelencia mediante el esfuerzo constante y tenaz, el trabajo en equipo y la comunión de intereses. La búsqueda de excelencia es una actitud de vida y en la empresa es el reto permanente y un compromiso ineludible.

- **Integridad:** la integridad es considerada como uno de los valores más importantes. Se sabe medir nuestros derechos por nuestros deberes. La conducta es guiada por valores éticos universales y principios morales que son el fundamento y el compromiso para construir y preservar una empresa respetable y respetada. Se profesan virtudes como la transparencia, rectitud, voluntad, disciplina, honradez y el ejemplo para promover la formación de familias fuertes, empresas prósperas, sociedades libres y naciones modernas.
- **Respeto:** el fundamento de este valor ético radica en la atención que se les presta a los derechos de los demás para lograr la armonía de la colectividad. El respeto supone entender que como seres humanos todos son iguales y merecen ser tratados con dignidad. Se reconocen como valores éticos del respeto, el cumplimiento de la palabra dada, la realización de los contratos firmados y la observancia de los compromisos adquiridos.

1.2.5. Estructura de la empresa

La planta procesadora actualmente cuenta con los siguientes departamentos: producción, procesamiento, mantenimiento y administración. La máxima autoridad dentro de la planta procesadora es el director de procesamiento quien se encarga de supervisar todo lo acontecido y relacionado con la producción; además, dar las instrucciones al gerente de producción quien se encarga de los movimientos generales de la planta procesadora como se muestra en el organigrama de la figura 2.

Figura 2. Organigrama de la planta procesadora de aves



Fuente: elaboración propia

1.3. Granja de aves

Existen diferentes tipos de granjas para aves, las cuales se describen a continuación.

1.3.1. Granja de aves reproductoras

Las granjas de aves reproductoras son las que se encargan, mediante la inseminación natural, de la producción de huevos fértiles para la posterior incubación y producción de pollos para engorde. Estas granjas se manejan en dos fases: crianza y producción.

En la fase de crianza, los pollos se mantienen a temperaturas que varían de acuerdo a las especificaciones de manejo preestablecidas para cada línea

genética (temperatura ambiente, edad del ave, entre otros). Entre los factores críticos para que las aves alcancen la etapa de madurez sexual, o etapa de producción, de forma óptima están: la iluminación, la alimentación, el agua y las vacunas.

La iluminación en los galpones es controlada mediante programas según la edad de las aves.

Las etapas de crianza y producción de aves reproductoras se realizan generalmente en piso y muy raras veces en jaulas. La superficie del suelo tiene un recubrimiento de materiales disponibles en la zona (viruta de madera, cascarilla de arroz, entre otros) llamado base o cama. La cama ayuda a absorber la humedad del ambiente, de los bebederos y la producida por las excretas; de esta manera se evitan daños en las patas de las aves y problemas respiratorios. Los galpones pueden ser abiertos o en forma de túneles, y el equipo puede ser mecánico o automático en donde se realizan controles estrictos de bioseguridad.

1.3.2. Granjas de aves de postura comercial

Granjas en donde el producto principal es el huevo para consumo humano, el proceso productivo en las granjas de aves de postura comercial consta de dos etapas: crianza y desarrollo de las aves. Se reciben las pollas de un día de edad y permanecen hasta las 16 semanas, para luego ser transferidas a galpones adecuados para la postura o producción de huevos.

Al iniciar el proceso, se requiere usar en una combinación adecuada la fuente de calor y las cortinas, a fin de proporcionar la temperatura indicada para las aves. Es de suma importancia adquirir pollas de primera calidad a

proveedores confiables. Para prevenir las enfermedades comunes se administra la vacuna a las pollas de acuerdo al programa de vacunación recomendado por el médico veterinario.

1.3.3. Granjas de pollo de engorde

El proceso productivo de las granjas de pollos de engorde inicia al recibir los pollos, que pasan por un proceso de iniciación, vacunación y engorde. Los pollos se reciben de un día de edad y se engordan hasta los 35 o 42 días al alcanzar el peso requerido por el mercado; es importante recalcar que los días de crianza dependerán del peso requerido por los diferentes clientes o la demanda del mercado.

Durante los primeros 10 días se utilizan criadoras para proporcionar calor adicional que ayuda a los pollos a mantener su temperatura corporal. Durante toda la etapa de engorde, el ave recibe alimento a voluntad, es decir, come tanto como desee. El perfil nutricional del alimento varía dependiendo de la edad y época del año. Adicionalmente, para estimular el consumo de alimento, se implementan programas de luz artificial. El agua para el consumo de los animales debe ser fresca y libre de microorganismos o de contaminantes químicos.

Durante los primeros 21 días se administran las vacunas recomendadas por el médico veterinario para prevenir las enfermedades comunes. Por otro lado, durante toda la etapa de engorde, se deben realizar tareas de limpieza, desinfección e implementación de estrictos controles de bioseguridad para evitar la introducción de microorganismos causantes de enfermedades que se transmiten por animales domésticos y silvestres.

1.4. Eficiencia

La noción de eficiencia tiene su origen en el término latino *efficientia* y refiere a la habilidad de contar con algo o alguien para obtener un resultado. El concepto también suele ser equiparado con el de fortaleza o el de acción.

1.4.1. Definición

La eficiencia puede ser definida de una forma u otra de acuerdo a qué rubro sea aplicada. Por ejemplo, si se la aplica a la administración hace referencia al uso de los recursos que son los medios de producción que se tienen disponibles y puede llegar a conocerse el nivel de eficiencia desarrollado a través de la ecuación $E=P/R$ (P= productos resultantes; R=recursos utilizados).

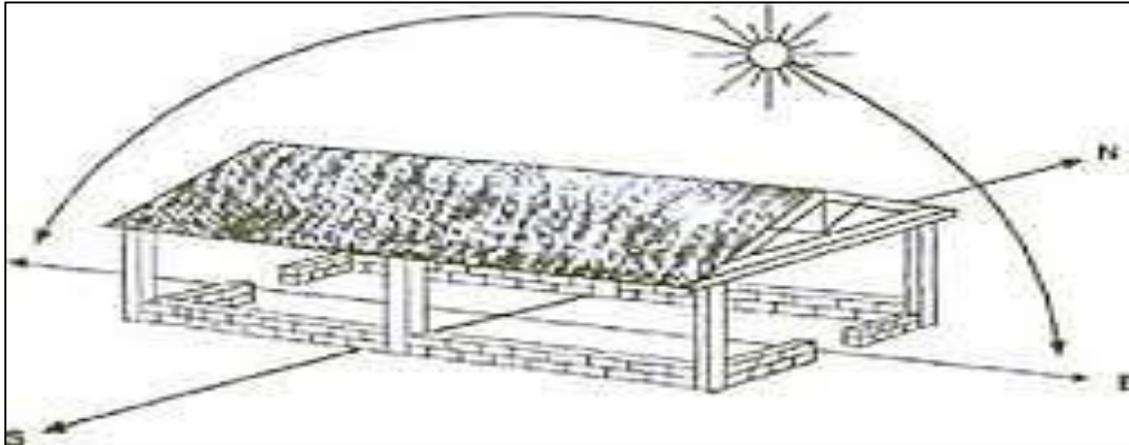
1.4.2. Cuantificación de la eficiencia

La cuantificación de la eficiencia se presenta en dos conceptos: eficiencia técnica, se da a partir de los recursos financieros, materiales, insumos de un proceso; y la eficiencia de precio, la unidad productiva que se utilizará para llevar todos los recursos al costo mínimo.

1.5. Galpón para pollos

El galpón para pollos de engorde, presentado en la figura 3, debe tener varios elementos para el desarrollo y crecimiento de las aves, los cuales se describen a continuación.

Figura 3. **Galpón para pollo y su adecuada orientación**



Fuente: elaboración propia.

1.5.1. Orientación

En clima frío, el galpón debe ubicarse en sentido norte-sur; en climas cálido y templado, debe ubicarse en sentido este-oeste, con lo cual, el sol no llega al interior del alojamiento, ya que lo anterior puede causar una elevación anormal de la temperatura lo cual provoca que los pollos se corran hacia la sombra y ocasiona mortalidades por amontonamiento. Sin embargo, si las corrientes de aire predominantes en la región son muy fuertes y fueran a cruzar directamente por el galpón se deben establecer barreras naturales para cortarlas (sembrar árboles) que, al mismo tiempo, proporcionan sombra.

1.5.2. Dimensiones

Las dimensiones varían de acuerdo al número de aves que se pretende alojar y a la topografía del terreno donde se ubicarán los galpones, de preferencia debe ser rectangular.

Por ejemplo, si se pretende construir un galpón para alojar 2 000 pollos en clima templado, se puede usar la siguiente fórmula: $(2\ 000/10= 200\ m^2)$: 10 es la densidad de aves por metro cuadrado que se pretende utilizar, por lo tanto, se necesita un galpón de 200 metros cuadrados; entonces, las dimensiones de la construcción podrían ser de 20 m de largo por 10 m de ancho. Siempre rectangular nunca cuadrado.

1.5.3. Paredes del galpón

Las paredes del galpón deben estar formadas por una o dos hiladas de block en climas cálidos y templados (40 centímetros de alto) y malla para gallinero hasta el techo para permitir una adecuada ventilación. La altura ideal para la pared es de 2,50 metros en climas templados y de 2,80 para climas cálidos; en climas fríos las paredes se deben formar con paneles fijos térmicos o blocks, hasta una altura de 1,50 metros.

1.5.4. Piso del galpón

El piso es aconsejable que sea de concreto con acabado rústico y no en tierra, para garantizar buenas condiciones de higiene, fácil limpieza y desinfección.

1.5.5. Equipos

Entre los equipos con que debe contar un galpón para aves están los siguientes.

1.5.6. Bebederos automáticos

Existen de galón o pomo, de válvula con campana y de *nipple*; estos últimos facilitan el manejo puesto que el pollo siempre contará con agua fresca y no se hace necesario que el galponero o cuidador esté llenando bebederos manualmente. A estos bebederos automáticos tendrán acceso los pollos hacia el quinto día. No se deben colocar desde el primer día porque el pollo se agrupa debajo, se amontonan y mueren por asfixia. Se coloca un bebedero por cada 50 aves. Si son explotaciones grandes uno por cada 80 a 100 aves, antes de los cinco días se deberá usar el bebedero de galón.

En la figura 4 se pueden apreciar los diferentes tipos de bebederos.

Figura 4. Tipos de bebedero para pollo de engorde

Bebedero de válvula y campana	Bebedero de galón o pomo	Bebedero de <i>nipple</i>
		

Fuente: elaboración propia.

1.5.7. Bandeja de recibimiento

Son comederos de fácil acceso para los pollitos en la etapa de vida uno, se llenan de alimento hasta la altura de las divisiones para evitar el desperdicio, salen del galpón al quinto día; se cambian por los platones de los comederos tubulares. Se utiliza una por cada 50 pollitos.

A continuación, se presenta la figura 5, la cual ilustra la bandeja de recibimiento.

Figura 5. **Bandeja plástica de recibimiento**



Fuente: elaboración propia.

1.5.8. **Comederos tubulares**

Los comederos tubulares son fabricados de plástico o lámina galvanizada con capacidades que van de 10 hasta 20 kilogramos, estos son utilizados en las granjas donde la alimentación de los pollos es manual, en la figura 6 se puede apreciar un ejemplo de estos comederos.

Figura 6. **Tipos de comedero tubular**



Fuente: elaboración propia.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Departamento de producción

El Departamento de producción cuenta con tres áreas: de crecimiento, de postura y productora, las cuales se describen a continuación.

2.1.1. Área de crecimiento

El área de crecimiento se encarga de la recepción del pollo, con un día de nacido o menos; está situada dentro del mismo galpón y conforme el pollo va creciendo esta área va aumentando hasta ocupar el galpón por completo; el pollo es monitoreado constantemente para observar su desarrollo y crecimiento; a continuación, se muestra en la figura 7.

Figura 7. Área de crecimiento



Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Área de postura

El área de postura se encarga de verificar el lote de gallinas, las cuales pueden tener una postura comercial de producción de 12-14 meses; es importante mencionar que este tipo de gallinas no necesita de gallo para producir.

2.1.3. Área productora

Es el área que se encarga de la reproducción de aves que son enviadas al área de crecimiento; en esta área se tienen galpones con gallos y gallinas ya en edad de reproducción; de su cruce se obtienen los huevos fértiles que pasan a la incubadora para luego, después de 19 a 21 días, nazcan los pollos de engorde.

2.2. Características del pollo de engorde

El pollo de engorde llega al área de crecimiento con un día de nacido; es colocado en el galpón para que inicie el proceso de crecimiento; se le ponen las vacunas para evitar cualquier enfermedad; su proceso de desarrollo y crecimiento continua por 38 a 42 días hasta que está apto para el consumo humano.

2.2.1. Preparación y recepción

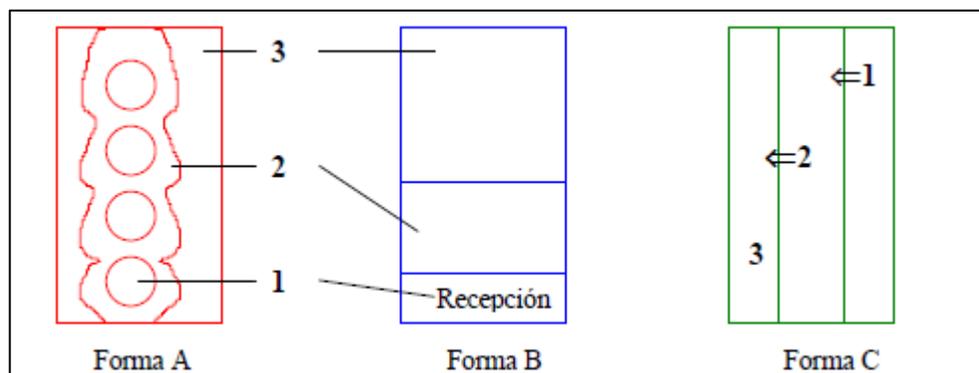
La renovación de aire se efectúa subiendo la cortina interna para dejar entrar el aire que está dentro del galpón, deben evitarse las corrientes de aire frío de afuera. También, es importante tener el exterior del galpón bien cerrado con una cortina que no deje pasar corrientes de aire.

En el verano, sin aislante en el techo, un espacio reducido se puede calentar rápidamente y el exceso de calor puede bajar la actividad de los pollitos y puede afectar la uniformidad en el lote. Ventilar suficiente es crucial en estas horas para evitar exceso de temperatura, un ventilador, montado en la pared del galpón, con termostato, sirve para este propósito.

Luego que está preparada el área, se inicia con la recepción; se colocan las bandejas con alimento, los bebederos automáticos, las criadoras a la altura adecuada, la base o cama. Las criadoras deben funcionar por lo menos dos horas antes de la llegada de los pollos para tener el calor requerido para el momento de su recepción y conteo.

En la figura 8, se muestran tres ejemplos de la recepción del pollo desde el día de vida uno y la forma de ampliar el espacio para la crianza.

Figura 8. **Recepción pollo de un día y ampliación de espacio según edad**



Fuente: elaboración propia.

2.2.2. Etapa uno

El peso inicial debe, como norma, cuadruplicarse en los primeros 7 días.

Los tres factores que más afectan el buen desempeño y crecimiento en el pollo son:

- Fallas en la calefacción en los primeros 01 - 12 días.
- Calidad de la materia prima de los alimentos y/o alimento inadecuado para la edad.
- Reacciones posvacunación y reacciones respiratorias.

2.2.3. Consumo de gas

La calefacción en el verano debe durar 5 - 7 días y en el invierno hasta 14 días durante el día y hasta 16 - 20 días solamente en la noche y madrugada, según las condiciones climáticas.

El control del consumo de gas/pollo es importante para mantener el costo de calefacción lo más bajo posible. Este control se lleva a cabo dividiendo la cantidad de galones de gas utilizados durante el lote entre la cantidad total de pollos recibidos, el resultado se multiplica por mil para tener un dato estándar de galones de gas por cada mil pollos. Existen variados sistemas de calefacción: turbo-calentadoras, criadoras de alta presión de gas y criadoras de baja presión de gas.

2.2.4. Espacio comedero para aves

En los espacios destinados para comedero de las aves deben tomarse las siguientes observaciones.

- 0 - 2 días: 1 bandeja (35 x 35 cm x 3,5 cm de altura) por cada 100 pollitos.
- 3 - 4 días: adicionar bandejas mayores (70 x 35 cm x 7cm de altura) y retirar las pequeñas.
- 4 - 14 días: usar 1 bandeja (70 x 35 cm x 7cm de altura) por cada 50 pollitos e iniciar con el comedero tubular de 20 Kg., 1 por cada 80 pollitos, para conseguir buen aumento de peso.
- 15 - último día: retirar las bandejas mayores y dejar únicamente el comedero tubular de 20 Kg., uno por cada 80 pollitos.

2.2.4.1. Altura

La altura del borde del comedero debe estar debajo del buche de los pollos cuando están parados.

A partir de los 35 días de edad, se maneja el comedero lo más bajo posible sin que haya consumo por parte de los pollos que están sentados, porque obstruyen el acceso al comedero y pueden comprometer la integridad de la pechuga (hematomas).

Se debe mantener el nivel del alimento bajo dentro del comedero para que el exceso de alimento en el pico caiga de nuevo en el comedero y no en el piso.

2.2.4.2. Sistema de bebedero

En los sistemas de bebedero se deben considerar los siguientes aspectos para el buen funcionamiento.

- Durante las primeras 2 - 3 horas solamente agua (con azúcar y/o electrolitos), se debe utilizar el bebedero de galón para este propósito, uno por cada 100 pollos.
- 0 - 4 días, 1 bebedero de galón por cada 100 pollos, con agua sin aditivos.
- Los bebederos se deben elevar hasta una altura que no permita que los pollos ingresen en estos y mojen la base o cama o que esta última entre en contacto con el agua de bebida.
- Con 4 - 6 días iniciar reemplazo, para bebedero de campana o de *nipple*.
- Usar 1 bebedero de campana por cada 100 aves.
- Las aves no deben andar más de 2,5 metros para llegar al agua.
- Mantener altura del agua entre el lomo y los ojos del pollo en bebederos de tipo campana.
- El pollo no debe bajar la cabeza para tomar agua porque no es capaz de chupar el agua hacia arriba.

- El agua de bebida tiene que estar siempre limpia y fresca. Comprobar la calidad química y microbiológica del agua y mantener como norma 3-5 partes por millón de cloro libre en el bebedero.

2.2.4.3. Estándares de calidad del agua

La calidad del agua es muy importante, pues el ave bebe el doble de la cantidad que come se recomienda enfáticamente efectuar un análisis de agua completo en cada granja para asegurarse de que la calidad del agua es la adecuada.

Los pollos prefieren agua con poco ácido (pH 6,3 – 6,9) para esto se adiciona 500 g de ácido cítrico / m³ de agua continuamente (si el pH permite) para mantener el sistema limpio y en periodos de calor para estimular el consumo.

2.3. Crianza de pollo de engorde

La calidad del pollo joven es resultado de la interacción del manejo, la salud y la nutrición de las reproductoras, además, del manejo del huevo durante la incubación. Si la calidad del pollo es buena y se le proporciona la nutrición y el manejo correctos durante la crianza hasta los 7 días de edad la mortalidad deberá ser inferior al 0,7 % y se podrá obtener con uniformidad el peso meta.

2.3.1. Adecuación de las instalaciones

En cada sitio individual deben existir solamente aves de una misma edad; en otras palabras, se deben manejar bajo los principios del sistema todo dentro – todo fuera, pues los programas de vacunación y limpieza son más difíciles y

menos efectivos cuando los sitios tienen aves de edades múltiples y es mucho más probable que surjan problemas de salud, además, de que el rendimiento no alcanza sus niveles óptimos.

Los galpones, las áreas cercanas y todo el equipo se deben limpiar y desinfectar a fondo antes de que llegue el material de cama y los pollos. Subsiguientemente, se deberán implementar sistemas de manejo para prevenir la entrada de patógenos al galpón. El equipo y las personas se deberán desinfectar antes de ingresar a las instalaciones.

2.3.2. Tiempo de cuarentena

El tiempo de cuarentena se debe dar en la granja cuando se presente alguna enfermedad con las aves, separando las áreas que no se vean afectadas por la contaminación.

El tiempo de cuarentena depende de la gravedad del problema que se presente y de la edad de las aves afectadas.

2.3.3. Preparación de corrales

La preparación de los corrales para la estadía de las aves es fundamental, para ubicarlas, según la edad en semanas para su crecimiento con la finalidad de no mezclar aves adultas con jóvenes.

2.3.4. Alimentación del ave

La buena alimentación de las aves da como resultado un aumento en su conversión alimenticia, es decir, se traduce en mejor ganancia de peso y a su

vez en una reducción en el tiempo de vida, que ayuda en su comercialización para el consumo de carne de pollo.

2.4. Proceso de vacunación del ave

Las vacunas, junto con las medidas sanitarias, constituyen el mejor método para prevenir las enfermedades. Toda vacuna debe ser usada bajo prescripción veterinaria y estar registrada y tener licencia de las autoridades sanitarias del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación del Gobierno de Guatemala, MAGA.

2.4.1. Vías y formas de vacunación

Existen varias formas de vacunar a las aves: la aplicación en el ala, en la cloaca, intramuscular, intra-nasal, ocular, aspersion.

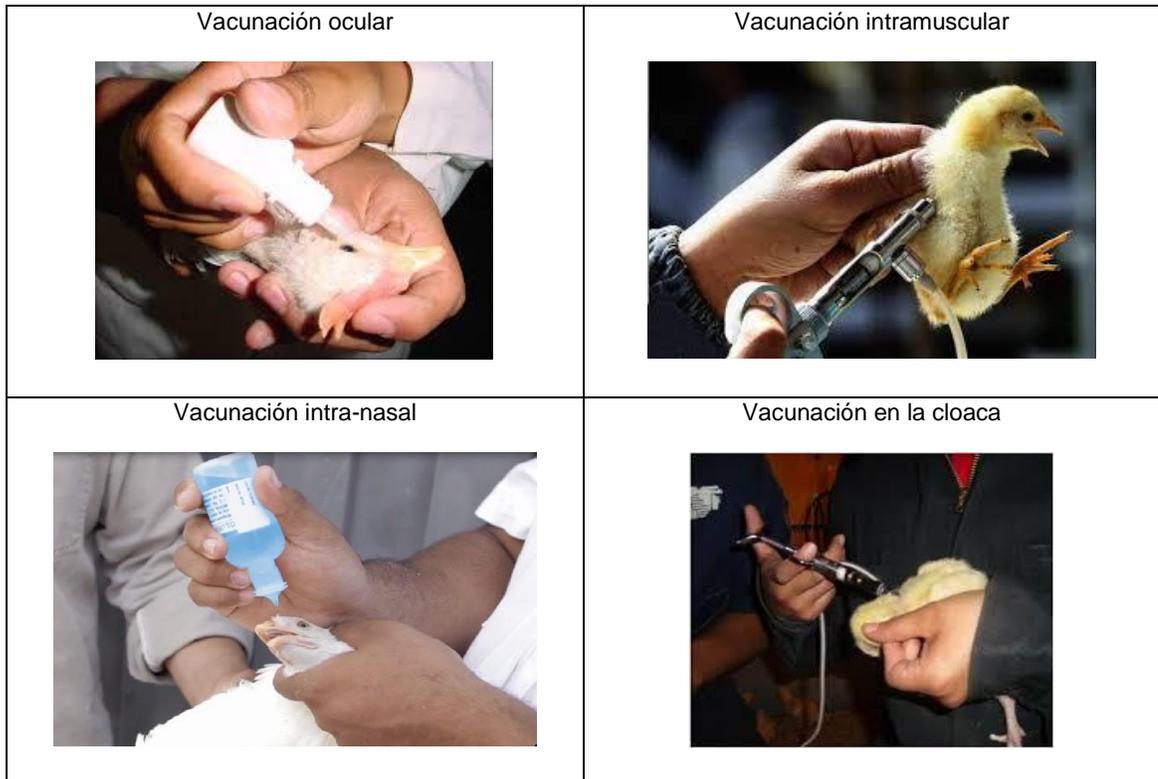
- Vacuna contra el *Newcastle*: existen 2 tipos de vacunas que se emplean en el país:
 - Vacunas a virus vivos: para su elaboración se emplean las cepas lento génicas H580 V pase, H580 III pase (BI) y la cepa La Sota. La cepa H580 V pase se recomienda en primo-vacunación y la H580 III pase y La Sota se usan como revacunación.
- Uso de la vacuna en pollos de engorde
 - En situación normal, es decir, cuando no hay brotes en la región, se recomienda una sola vacuna a los 21 días de edad con la cepa B1-H580 V pase por la vía intra-nasal, aspersion u ocular

(preferiblemente intra-nasal). Se considera que a los 21 días de edad los pollos ya han eliminado los anticuerpos maternos que interfieren con el virus vacuna.

- En situación de peligro por brotes de *Newcastle*, se recomienda una primera vacunación a los 8 días de edad con la cepa B1-H580 V pase por la vía intra-nasal y una segunda vacunación a los 21 días de edad con cualquiera de las cepas La Sota o B1-H580 III pase.
- Uso de la vacuna en ponedoras
 - En situación normal, cuando no hay brotes en la región, se recomienda la primera vacunación a los 21 días de edad por la vía intra-nasal, aspersifin (spray) u ocular (preferiblemente intra-nasal); la segunda vacunación a las 16 o 18 semanas con las mismas B1-H580 V pase por la misma vía. Luego se harán revacunaciones cada 4 meses con la misma cepa y vía.
 - En situaciones de peligro por brotes de *Newcastle*, se recomienda vacunar las pollas a los 8 días de edad con la cepa B1-H580 V pase por la vía intra-nasal, aspersión y ocular (preferiblemente intra-nasal). Luego, una segunda vacunación a los 21 días de edad con la cepa La Sota o la BI-H580 III pase por la vía intra-nasal, aspersión, ocular (preferiblemente intra-nasal), luego, revacunar cada 4 meses con la misma cepa y por la misma vía.

En la figura 9 se presentan algunas formas de vacunación.

Figura 9. **Formas de vacunar al ave**



Fuente: elaboración propia.

2.4.2. Peso corporal y conversión diaria

El pesaje de las aves es fundamental, es la única fuente de datos que se tiene para controlar el suministro de alimento.

El control de peso debe iniciarse muy pronto, a las 2-3 semanas de edad, y debe llevarse a cabo semanalmente durante toda la crianza. El número de aves a pesar debe ser mínimo el 5 % de la población por galpón (según datos de la empresa en estudio).

2.5. Indicadores de productividad

En la industria avícola, la productividad se puede relacionar con la cantidad de alimento que consume un ave (insumos) para convertirlo eficientemente en un kilogramo de carne (producto). Con el fin de medir la productividad se emplea el I/ P (índice de productividad) que mide los diferentes niveles que se generan en un sistema conocido como granja. El uso del índice de productividad a través del tiempo permite realizar correcciones para ser más eficientes y aumentar la rentabilidad de la actividad avícola.

La productividad se mide mediante un índice, en un periodo determinado de tiempo que en el área avícola sería un lote de producción (42 días promedio). Los factores que intervienen son el peso promedio de las aves del lote y su conversión alimenticia. Con este índice se pueden realizar comparaciones de productividad de lotes anteriores para tener puntos de referencias con la misma unidad de producción y con otras similares y empresas del mismo ramo. También, permite evaluar recursos como materia prima, líneas genéticas, tipos de construcción de galpones (ambiente tradicional y ambiente controlado).

La importancia del índice de productividad radica en que a través del tiempo se pueden definir tendencias de las empresas, para así tomar las medidas correctivas que lleven a ser más eficientes y, al final, ser más rentables.

La productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación, la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las

máquinas, los equipos de trabajo y los empleados; en términos de empleados, la productividad es sinónimo de rendimiento.

En un enfoque sistemático se considera que algo o alguien es productivo cuando de una cantidad de recursos (insumos) en un periodo de tiempo dado se obtiene el máximo de productos. La productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas. No así con el recurso humano o los trabajadores pues estos deben considerarse factores que influyen en el proceso productivo.

Los indicadores de productividad son aquellas variables que ayudan a identificar algún defecto o imperfección que exista cuando se elabora un producto o se ofrece un servicio; de este modo, reflejan la eficiencia en el uso de los recursos generales y recursos humanos de la empresa; los indicadores pueden ser cuantitativos y cualitativos.

Productividad es la relación entre la producción obtenida y los recursos empleados para obtenerla, o sea el cociente:

$$\text{Productividad} = \text{producción} / \text{insumos para la producción}$$

Se recordará que los insumos de la producción son básicamente: el trabajo, el capital y la tierra. Así, si la productividad se relaciona con algunos de estos factores se hablará de productividad del trabajo, del capital y de la tierra, respectivamente. Si, por otra parte, se hace referencia a los tres factores, se refiere a la productividad total o global.

2.5.1. Peso corporal semanal

Durante las últimas décadas se han logrado aumentos sustantivos en la tasa de crecimiento temprano de los pollos y mejoras en el índice de conversión alimenticia, principalmente a través de la selección genética y mejoras en las condiciones ambientales como la nutrición y alojamiento. Lo anterior ha derivado en la obtención de pollos con mayor peso corporal y reducción de los días en llegar al mercado. Para que los pollos en la actualidad alcancen su máximo potencial de crecimiento y producción de proteína, es necesario suplementar todos los nutrientes en las cantidades y proporciones adecuadas en función de la edad y el nivel de producción.

El desarrollo de modelos de predicción del peso corporal de los pollos además de servir para mejorar la eficiencia del uso de los nutrientes tiene otras ventajas como manipular la tasa de crecimiento como medida preventiva a ciertos males como ascitis (en aves, hipertensión pulmonar que provoca problemas respiratorios), para protegerse de altos costos transitorios de producción o variación de los precios de venta; también, la tasa de crecimiento se puede modular para responder a la demanda de mercados particulares, por lo tanto, es necesario el control de pesos semanales en los que se ve reflejada la productividad del lote por semana.

2.5.2. Conversión alimenticia

La conversión del alimento es el parámetro técnico que más se usa en la crianza del pollo de engorde para evaluar sus resultados. La sigla utilizada es CA: conversión del alimento: la relación entre la cantidad de alimento en kilogramo o en libra que se necesita para producir un kilogramo o libra de carne,

convertir o transformar el alimento en carne, dando como resultado un valor absoluto.

La conversión del alimento (CA), también, es conocida como índice de transformación; por ejemplo, si se obtiene un resultado de 2,15 de conversión, se necesita 2,15 kilogramos o libras de alimento para producir un kilogramo o libra de pollo vivo; también, puede expresarse 1:2,15, o para un kilogramo o libra de carne se necesita 2,15 kilogramos o libras de alimento.

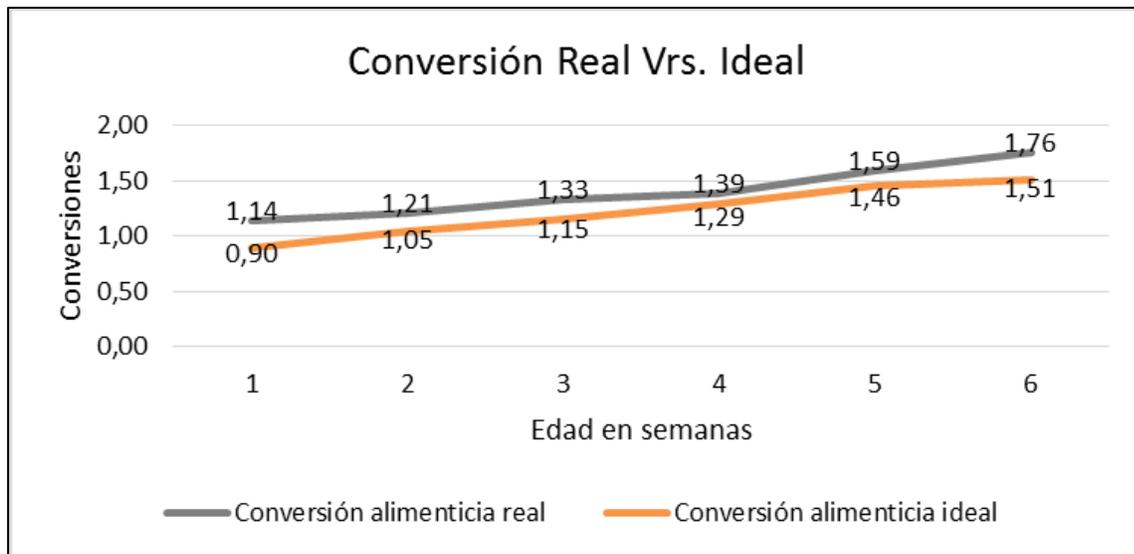
La conversión del alimento se obtiene dividiendo el consumo de alimento promedio del pollo entre el peso promedio del pollo obtenido, aplicado a cualquier edad del pollo; también, se obtiene con el consumo total de alimento dividido por el peso total obtenido.

La conversión del alimento está influenciada por muchos factores, prácticamente todos los elementos que se realizan en las técnicas de manejo del pollo de engorde. Pero en forma muy marcada la conversión está influenciada por las enfermedades que puedan ocurrir, la mortandad que se presente en el lote y, definitivamente, por el consumo del alimento que es prioritario controlarlo.

Las enfermedades hacen que el pollo consuma el alimento, pero no convierta bien, o consume, pero no obtiene buenos pesos. Así mismo, la mortalidad repercute en la conversión. Si la mayor parte de la mortalidad y selección se da en las dos primeras semanas de vida del pollo, casi no se nota un efecto negativo en la conversión; en cambio, si la mortandad se da en las últimas semanas de vida del pollo, el número de pollos que se venderán será menor y el consumo no variará, lo cual hará que la conversión aumente al repartirse el total de alimento consumido para un menor número de pollos.

El consumo del alimento está influenciado por el control que se tenga sobre la granja. Si en la granja existen en forma continua los hurtos de alimento, lógicamente, repercutirá más que una mortalidad o enfermedad leve. En la figura 10 se presenta un ejemplo de conversión alimenticia en un lote de producción.

Figura 10. **Ejemplo de gráfica de conversión alimenticia**



Fuente: elaboración propia.

2.5.3. Ganancia de peso

Es la relación que hay entre el consumo de alimento y el peso individual de cada pollo. La ganancia de peso se mide dependiendo de la edad del pollo; en las primeras dos semanas se mide día a día y en las posteriores, semana a semana.

Presenta las metas de desempeño y rendimiento para sus pollos de engorde; además, recomendaciones nutricionales diseñadas para ayudar a alcanzar esas metas.

El desempeño de los pollos de engorde varía de un país a otro. Las metas que se presentan en este documento se basan en una combinación de resultados del desempeño en campo y la experiencia obtenida en todo el mundo.

2.5.4. Eficiencia alimenticia

Es medida a través de la absorción de nutrientes que posee el alimento por el ave, este indicador muestra que tan digestible es el alimento, que tan adecuado es para las condiciones de la granja y da una serie de datos observados por cada ave. Como aves descalcificadas, aves postradas, en resumen, aves de rechazo.

2.5.5. Índice de productividad

El índice de productividad (IP) es la relación entre el peso promedio del lote y su conversión alimenticia. $IP = \text{ganancia diaria de peso} / \text{conversión alimenticia} * 100$. Un IP aceptable es de entre 75 % - 80 %; un IP excelente es de entre 95% - 100 %; un IP se considera malo cuando está por debajo del 50 %.

Este dato ayuda a conocer si al lograr un peso alto, este es rentable o no; es decir, poder alcanzar un buen peso, pero a costa de un gran consumo de alimento. En otras palabras, si se logra un peso alto pero una conversión mala,

la rentabilidad se ve disminuida; por el contrario, cuando se logra un peso aceptable y una conversión buena, hay un aumento en la rentabilidad.

2.5.6. Porcentaje de mortalidad

El porcentaje de mortalidad (%) se calcula dividiendo el número de aves muertas en el lote entre el número de aves iniciadas y luego se multiplica por 100. Esta podrá verse afectada por estados sanitarios de las aves, condiciones de la granja, condiciones ambientales, entre otros. Sin embargo, un valor importante sería no ejercer valores superiores a 5,5 %.

$$\% \text{ mortalidad} = \frac{\text{Total de aves muertas}}{\text{Total de aves ingresadas}} * 100$$

2.6. Recursos

A continuación, se describen los recursos utilizados en la empresa avícola en estudio.

2.6.1. Bioseguridad

La bioseguridad es la práctica más barata y efectiva para el control de las enfermedades. Ningún programa de prevención de enfermedades funciona sin una estricta aplicación de la bioseguridad.

La palabra bioseguridad se origina del griego *bios* que significa vida y de seguridad, que se refiere a la calidad de ser seguro, libre de daño, riesgo o peligro; es decir, bioseguridad se refiere a todas aquellas medidas sanitarias, profilácticas, de aislamiento y de manejo que, utilizadas en forma permanente,

previenen y evitan la entrada y salida de agentes infectocontagiosos entre granjas.

En avicultura, bioseguridad es el sistema que promueve y resguarda la salud de lotes de aves, disminuye la exposición a agentes infectocontagiosos y asegura un medio ambiente limpio, que facilita el adecuado desarrollo de las aves y de su descendencia, esto crea lotes más sanos y productivos.

Las medidas de bioseguridad también se aplican al personal de la granja.

Entre ellas están:

- No trabajar en otras granjas: pues se hace propicio el traslado de microorganismos.
- Evitar que el personal enfermo realice labores diarias: el personal debe trabajar con buena salud para evitar secreciones (nasales u orales) dentro de las instalaciones.
- Evitar el ingreso de comida a la granja: el lugar para ingerir alimentos será únicamente el comedor.
- No tener aves en casa como pollos, gallinas, psitácidos (familia de los loros o papagayos) u otro tipo de aves; si las aves de la casa son afectadas por cualquier enfermedad, esta puede ser llevada a la granja por los trabajadores y enfermar a las aves de producción.

2.6.2. Instalaciones

Las instalaciones y el equipo juegan un papel primordial pues ahí se mantendrán los pollos durante todo el período de engorde; se debe considerar que deben de cumplir con las siguientes especificaciones.

- El galpón
 - Ubicación: en clima cálido o templado, el galpón debe ser orientado de oriente a occidente, así el sol no llega al interior del alojamiento que conllevaría a una rápida elevación de la temperatura; además, los pollos se corren hacia la sombra, produciendo mortalidades por amontonamiento.
 - Si las corrientes de aire predominantes en la región son muy fuertes y fueran a cruzar directamente por el galpón, se deben establecer barreras naturales para cortarlas (sembrar árboles) y al mismo tiempo proporcionan sombra.
 - Dimensiones: varían de acuerdo al número de aves que se pretendan alojar (generalmente se trabaja con entre 10 a 14 pollos por metro cuadrado) y a la topografía del terreno donde se ubicará la granja.
 - Piso: es aconsejable que sea de concreto de baja resistencia (mezclón) y no en tierra, para garantizar buenas condiciones de higiene, fácil limpieza y desinfección.

- Paredes: a lo largo del galpón deben estar formadas por una o dos hiladas de block, en climas cálidos y templados (40 centímetros de alto) y malla para gallinero hasta el techo para permitir una adecuada ventilación. La altura ideal para la pared es de 2,50 metros en climas medios y de 2,80 para climas cálidos.
- Techos: de dos aguas y con aleros o voladizos de 70 a 80 cm para evitar la humedad por lluvias y proporcionar sombra.
- Sobretecho: se debe construir para la eliminación del aire caliente. Se recomienda pintar de blanco interna y externamente todo el galpón, paredes, culatas y techos, es una buena práctica para disminuir la temperatura interna.
- Distancia entre galpones: debe ser por lo menos el doble del ancho de la construcción para evitar contagios de enfermedades y buena ventilación.
- Poceta de desinfección: se debe fabricar o instalar en las entradas de cada galpón, para desinfectar el calzado. Se utiliza un producto yodado, 20 cm / litro de agua. También se puede utilizar cal. En la figura 11 se aprecia una poceta de desinfección.

Figura 11. **Poceta de desinfección**



Fuente: elaboración propia.

- Cortinas: pueden ser plásticas o de costales de fibra (se pueden utilizar costales); regulan la temperatura dentro del galpón, se debe hacer un adecuado manejo de cortinas, si es necesario bajarlas y subirlas varias veces al día.
- El termómetro: para tener un adecuado control de la temperatura interna en los galpones.
- El equipo de espalda: (fumigadora, motobomba) para las respectivas desinfecciones.
- El flameador: útil para la desinfección física, se trata de un dispositivo que trabaja a gas con el cual se esteriliza con fuego, los pisos y paredes del galpón.
- La cama: debe ser de 10 cm de altura, se puede utilizar viruta de madera, cascarilla de arroz o café; la cama nunca podrá estar húmeda. El manejo de la cama es muy importante, pues siempre hay que sacar la

cama húmeda y agregar nueva que se encuentre seca. La cama húmeda provoca daño en la patas de los pollos.

El manejo debe ser adecuado para que las aves tengan siempre un buen plan de engorde.

2.6.3. Agua de bebida

Se recomienda evaluar la calidad microbiológica del agua por lo menos dos veces al año, con un muestreo en el pozo, en el depósito y en los diversos sectores de la granja. Si el número de microorganismos encontrados es mayor a lo esperado, indica contaminación del agua.

Por lo general, esto ocurre por la presencia de animales cerca del lugar de captación de agua, un proyecto inadecuado para la recolección de desechos de animales o de la recolección de agua o debido a la insuficiente protección contra el drenaje de agua superficial.

Los aspectos de calidad del agua para los pollos de engorde son:

- **Sólidos disueltos totales:** también conocido como la salinidad. Es la medida de la concentración de materia inorgánica en el agua (sales de Ca, Mg y Na en forma de bicarbonatos, cloruros, sulfatos). Es uno de los principales indicadores de la calidad mineral del agua. Los niveles superiores a 3 000 mg/L pueden estar asociados con una mayor incidencia de la cama mojada y un menor rendimiento.
- **Dureza:** representa la presencia de sales de Ca y Mg y se presenta en cantidades equivalentes de CaCO_3 . A pesar de que no afecta a la salud

de los animales, en grandes cantidades puede afectar a la eficacia de las sustancias terapéuticas administradas a través del agua potable (por ejemplo, la tetraciclina), puede promover los depósitos (en especial los carbonatos de Ca, Fe, Mg y Mn), que causan obstrucción en las tuberías y bebederos, nebulizadores y reducir la eficacia de los jabones, detergentes y otros productos utilizados en la limpieza de las instalaciones.

- PH: se refiere a la acidez del agua, se mide en una escala de 0 a 14, 7,0 es neutro; si es demasiado bajo, se puede observar corrosión de los equipos de distribución de agua, caída en el rendimiento de los pollos de engorde, disminución de la eficacia de las vacunas y sustancias terapéuticas administradas a través del agua potable. Por otro lado, el pH muy alto puede estar asociado con la precipitación de algunas moléculas de las sustancias terapéuticas y la inactivación o disminución de la eficacia del cloro.
- Nitritos y nitratos: si los valores son muy altos, puede sugerir contaminación del agua con bacterias y/o con fertilizantes. También, se debe revisar la fuente de agua. Si es de pozo, ver si está correctamente aislado, sobre todo de los animales y la tierra fertilizada. Las infiltraciones procedentes de fosas sépticas, también, pueden estar asociadas con un aumento de estos parámetros.
- Sulfatos: los niveles elevados tienen un efecto laxante en las aves.
- Hierro: la presencia de altas cantidades de este mineral en el agua se asocia con cambios en sus características organolépticas (color rojo, óxido u oscuro, y cambios de olor) y genera tuberías obstruidas en los

bebederos tipo *nipple*. Otra de las consecuencias relacionadas con la alta concentración de hierro en el agua potable es el aumento de la supervivencia de coliformes, (que significa *con forma de coli*, refiriéndose a la bacteria *Escherichia coli*, provoca desordenes intestinales), y que necesitan este del hierro para muchas de sus funciones biológicas, lo que pone en riesgo la salud de las parvadas.

2.6.4. Piensos

Pienso es un alimento para los animales constituido por una mezcla de materias primas (vegetales y/o animales y/o minerales) que son transformadas o no, con el fin de lograr un alimento nutritivo y sano para los animales. La alimentación es una parte importante en la crianza de pollos y constituye el mayor costo de producción; y una buena nutrición se refleja en el rendimiento de las aves y sus productos.

El proceso de peletizado consiste en la aglomeración de las pequeñas partículas de una mezcla, en unidades largas o comprimidos densos mediante un proceso mecánico combinado con la humedad, el calor y la presión; todo determina una mejora de las características de los alimentos balanceados pecuarios. En esta industria, el alimento se peletiza para que el ave pueda ingerir más alimento cada vez que come. Los pollos comen a pocos y realizan viajes frecuentes al comedero para alimentarse, esto requiere energía. El peletizado reduce la cantidad de energía necesaria para que el ave se alimente. Sin embargo, muchos productores de avicultura natural con base en pasturas, consideran que la carne es mejor cuando el ave hace más ejercicio.

Si el ave está ingiriendo una dieta fibrosa, se le suministra una arenilla tal como es la cáscara de ostras para ayudar a moler el alimento grueso en la

molleja. En aves industriales generalmente no se utiliza esta arenilla porque la dieta es baja en fibra. Las aves al aire libre ingieren también piedras pequeñas.

A menudo se utilizan diferentes raciones, dependiendo de la fase de producción del ave. Las raciones de inicio son altas en proteína, un ingrediente costoso en la alimentación. Sin embargo, las raciones de crecimiento y acabado pueden ser bajas en proteínas ya que las aves mayores requieren menos cantidad de proteína.

Una dieta de inicio tiene alrededor de 24 % de proteína, una de crecimiento 20 % de proteína y una de acabado 18 % de proteína. Los alimentos para gallinas ponedoras generalmente tienen alrededor de 16 % de proteína. Hay raciones especiales disponibles para pollos de engorde, pollitas, ponedoras y reproductores. También, se puede abastecer granos enteros como para acondicionar.

2.6.5. Ambiente

El aspecto más importante en el manejo de los pollos de engorde es producir un medio ambiente sin fluctuaciones de temperatura, lo cual es difícil de lograr en las explotaciones rurales, pero los sistemas comerciales pueden hacerlo de varias maneras, mediante la cría a alojamiento completo o en una sección del alojamiento para conservar el calor y reducir los costos energéticos. Es más fácil mantener las temperaturas idóneas en una superficie pequeña.

Es preciso considerar también la ventilación ya que esta distribuye el calor a las aves y ayuda a mantener la buena calidad del aire en el área de cría. Los pollos son más susceptibles a la mala calidad del aire que las aves menos jóvenes. Se ha demostrado que un nivel de amoníaco alto (50 ppm.) reduce la

ganancia de peso corporal de los pollitos de siete días en un 20 %. El amoníaco es un gas incoloro e irritante que se produce a partir de la fracción nitrogenada de las deyecciones animales por medio de la actividad microbiana.

En las explotaciones semicomerciales y de gran escala es necesario colocar luces a lo largo del área de cría por encima de la fuente de calor del alojamiento para atraer a los pollitos hacia el alimento y el agua. Estas luces deberán utilizarse durante los primeros cinco días después de la llegada de los pollos, tras lo cual las luces de fondo deberán aumentar gradualmente para llegar a la iluminación normal al décimo día. Un techo con un buen aislamiento reduce la penetración del calor del sol en el alojamiento en los días calurosos, que disminuye el estrés calórico en las aves.

En las explotaciones rurales, muchos avicultores utilizan la chatarra para el techado, pero es preferible utilizar material vegetal (hojas) convertido en paja (sobre todo en los países tropicales), ya que aísla el edificio del calor extremo.

En los climas fríos, un techo con un buen aislamiento reduce la pérdida de calor y el consumo de energía necesario para mantener un medio ambiente adecuado para los pollos de engorde durante la fase de cría. En los galpones con aislamiento deficiente puede instalarse un área en el interior de la nave donde las fluctuaciones de temperatura se minimicen mediante el uso de cortinas y un falso techo que vaya de alero a alero para reducir la pérdida de calor y facilitar el control de la temperatura.

2.6.6. Factor humano

A quienes trabajan con pollos les debe gustar realmente su manejo y crianza. Con la mecanización en la crianza de pollos una persona puede cuidar

cada vez de más pollos y así crece la importancia en educar y entrenar al personal. Una persona dedicada sin mecanización (comedero tubular manual y bebedero de campana) puede cuidar unos 40 000 pollos/día a tiempo completo; con la mecanización: comederos automáticos y bebederos de *nipple*, el volumen puede aumentar hasta 100 000 pollos/día aproximadamente.

El estímulo, la capacitación adecuada y el intercambio de ideas (participación) con el personal, forma una parte importante del éxito en la cría de pollos en cualquier parte del mundo.

2.6.7. Manejo de desecho

La cama avícola usada constituye una gran fuente de contaminación y diseminación de enfermedades avícolas cuando no es dispuesta de forma adecuada, principalmente, cuando la cama proviene de granjas con problemas sanitarios.

La disposición adecuada de las camas avícolas usadas es esencial para controlar la diseminación de enfermedades, prevenir la contaminación ambiental y mantener buenas relaciones con los vecinos. Alrededor de un 20 % del alimento que consumen las aves es eliminado en forma de pollinaza, directamente a la cama. La pollinaza contiene muchos nutrientes que no son digeridos por los pollos debido al alto contenido de suplementos en el alimento y al rápido tránsito del mismo por el aparato digestivo del ave. Bajo condiciones normales de explotación, los pollos de engorde en una cama de cascarilla de arroz pueden generar entre 1 a 2 toneladas de pollinaza por cada 1 000 aves, con una humedad del 20 % en un ciclo de 42 días.

Por otro lado, la pollinaza tiene un alto contenido de nitrógeno y fósforo; el primero es convertido en nitratos y llevado al suelo por las aguas de lavado o por las aguas de lluvias. Todas estas propiedades hacen que al cubrirla con nilón y humedecerla constantemente por 3 a 4 días y lograr una temperatura de 65 grados centígrados haga que se eliminen las partículas contaminantes de esta misma; en este momento ya puede ser utilizada como fertilizante orgánico para siembras: hortalizas, maíz, tubérculos, caña de azúcar, etc. Esto se realiza durante el período de descanso de los galpones que va de 5 a 8 días.

2.7. Uso de la energía

Los programas de luz utilizados en la crianza de pollos tienen como finalidad estimular el consumo de alimento, en especial, en épocas de calor; esta es la parte que permite a los pollos ganar peso rápidamente.

2.7.1. Reducción del consumo de energía

Cuando los pollos son criados por menos de 42 a 44 días de edad, se usa 20 horas de luz del primer hasta el último día. Si los pollos son alimentados por un comedero automático, se utiliza un programa de luz directo o mejor intermitente. El arranque del motor del comedero con frecuencia (reloj de tiempo) estimula el consumo de alimento. En muchas situaciones no existe un reloj ni los comederos automáticos, en estos casos el programa de luz debe ser intermitente para conseguir levantar el pollo en la noche y estimular el consumo.

2.7.2. Control de uso de la energía

Actualmente, en el área de crecimiento no se cuenta con controles para determinar el consumo de energía, por lo tanto, surge la necesidad de optimizar los recursos.

3. PROPUESTA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y REDUCIR EL ÍNDICE DE MORTANDAD EN LOS GALPONES DE POLLO

La salud es uno de los aspectos de mayor importancia en la producción del pollo de engorde. Cuando el pollo en etapa uno no cuenta con buena salud, tendrá un impacto negativo sobre todos los aspectos de la producción y el manejo de la parvada: tasa de crecimiento, conversión alimenticia, índice de productividad, viabilidad y procesamiento. Para lograr una buena crianza de pollos, se propone la mejora basada en los puntos críticos de la cadena de crianza que se describen a continuación.

3.1. Galpones y medio ambiente en la etapa uno

La principal forma de controlar el ambiente de las aves es con el manejo de la ventilación: es esencial aportar aire de buena calidad en forma constante y uniforme al nivel de las aves. En todas sus etapas del crecimiento, los pollos necesitan aire fresco para conservar la salud y lograr todo su potencial.

La ventilación ayuda a mantener las temperaturas dentro del galpón, dentro de la zona de confort de los animales. Durante las primeras etapas del período de producción, la principal preocupación es mantener a las aves con el calor suficiente, pero conforme crecen, el principal objetivo es mantenerlas suficientemente frescas.

Los galpones y los sistemas de ventilación que se utilicen dependen del clima; en todos los casos, la ventilación efectiva debe eliminar el exceso de

calor y humedad, proporcionar oxígeno y mejorar la calidad del aire al eliminar los gases nocivos como el amoníaco, entre otros.

Existen en el comercio sensores para supervisar y registrar (monitorear) el amoníaco, el bióxido de carbono, la humedad relativa y la temperatura, sensores que se pueden usar en conjunto con sistemas automáticos de ventilación.

En la medida en que crecen los pollos consumen más oxígeno y producen más gases de desecho y vapor de agua. La combustión en las criadoras contribuye a aumentar estos gases de desecho en el galpón. El sistema de ventilación debe ser capaz de sacar los gases nocivos de la nave y aportar aire de buena calidad.

3.1.1. Sistema de ventilación mínima

Sin importar cuál sea la temperatura exterior, es esencial ventilar el galpón cuando menos durante un tiempo mínimo, regularmente se hace en ciclos de 300 segundos: 60 segundos funcionando los extractores y 240 apagados; la ventilación mínima se convierte en obligatoria en la etapa de vida uno de las aves.

El objetivo de la ventilación mínima es introducir aire fresco y sacar el aire viciado en un volumen suficiente para eliminar el exceso de humedad y los gases nocivos, mientras se mantiene la temperatura requerida.

En la tabla I se muestra la tasa de ventilación mínima requerida para un galpón con capacidad de 20 000 pollos según su edad en días.

Tabla I. **Tasas de ventilación mínima (galpón de 20 000 pollos)**

Edad aves (días)	Metros cúbicos/hora/ave (pies cúbicos/minuto/ave)	Total, metros cúbicos/hora (total pies cúbicos/minuto)
1–7	0,16 (0,10)	3 200 (2 000)
8–14	0,42 (0,25)	8 400 (5 000)
15–21	0,59 (0,35)	11 800 (7 000)
22–28	0,84 (0,50)	16 800 (10 000)
29–35	0,93 (0,55)	18 600 (13 000)
36–42	1,18 (0,70)	23 600 (14 000)

Fuente: elaboración propia.

La clave para una ventilación mínima exitosa es crear un vacío parcial (presión negativa), por lo tanto, se propone lo siguiente: el aire debe pasar por las entradas a una velocidad suficiente (12 000 m³/h) que asegurará que el aire de nuevo ingreso se mezcle con el aire caliente y viciado existente en la nave, por encima de las aves, en vez de caer directamente sobre ellas, lo cual las enfriaría. La velocidad del aire entrante debe ser igual en todas las entradas para asegurar un flujo uniforme.

3.1.2. Ventilación de transición

La ventilación de transición funciona según 2 principios basados en la temperatura exterior y en la edad de las aves. Se utiliza cuando ocurren períodos de frío o de calor.

Mientras que la ventilación mínima funciona con relojes, la ventilación de transición funciona de acuerdo con la temperatura.

La ventilación de transición comienza cuando se requiere una tasa de recambio de aire superior a la mínima. En otras palabras, arranca siempre que los sensores de temperatura o termostatos prevalezcan sobre el reloj de ventilación mínima para mantener los extractores en funcionamiento. La ventilación de transición funciona de la misma manera que la ventilación mínima, pero una mayor capacidad de los extractores genera un mayor volumen de intercambio de aire. Para tener éxito con la ventilación de transición se requiere que las entradas de aire de las paredes laterales estén conectadas a un controlador de la presión estática, de tal manera que se pueda sacar el calor sin que arranque la ventilación de túnel.

Por lo general, la ventilación de transición se puede utilizar cuando la temperatura exterior no es superior en más de 6°C (10°F) ni inferior en más de 6°C (10°F) a la temperatura que se quiera obtener dentro del edificio. Si la temperatura externa está más de 6°C (10° F) por encima de la temperatura objetivo del galpón, los extractores de la ventilación de transición no serán capaces de proporcionar suficiente enfriamiento, por lo que en ese caso se deberá emplear la ventilación de túnel. Si la temperatura exterior está más de 6°C (10°F) por debajo de la temperatura objetivo de la nave, los extractores de la ventilación de transición correrán el riesgo de enfriar demasiado a los pollos.

3.1.3. Ventilación de túnel

La ventilación de túnel mantiene a las aves confortables en clima tibio o caliente o cuando se desea producir aves de gran tamaño. Estos sistemas utilizan el efecto de enfriamiento que genera el flujo del aire a alta velocidad (40 000 m³/h).

La ventilación de túnel proporciona un máximo recambio de aire y crea un efecto de enfriamiento por viento. Si se trata de aves de menos de 4 semanas de edad, cada extractor de 122 cm (48") generará un enfriamiento por viento de 1,4°C (2,5°F). En aves de más de 4 semanas, esta cifra cae a 0,7°C (1,3°F).

Conforme aumenta la velocidad del aire se reduce la temperatura que sienten efectivamente los animales. La magnitud de esta reducción aumenta al doble en aves jóvenes con respecto a aves de mayor edad.

Por lo tanto, si la temperatura del aire exterior es de 32°C (90°F), una velocidad del aire de 1 metro por segundo (200 pies por minuto) hará que las aves jóvenes, de 4 semanas de edad, sientan efectivamente una temperatura de aproximadamente 29°C (84°F). Si la velocidad del aire se incrementa a 2,5 metros por segundo (500 pies por minuto), la misma ave sentirá una temperatura efectiva de aproximadamente 22°C (77°F), equivalente a una reducción de 7°C (12°F). En las aves de mayor edad (7 semanas) la reducción será de la mitad, o sea aproximadamente 4°C (7°F).

3.1.4. Sistemas de enfriamiento

El flujo del aire a alta velocidad cuando se utiliza ventilación de túnel significa que la instalación es adecuada para agregarle un sistema de

enfriamiento evaporativo que se utiliza para mejorar las condiciones ambientales en clima cálido y aumenta la eficiencia de la ventilación de túnel. Los sistemas de enfriamiento evaporativo utilizan el principio de la evaporación del agua para reducir la temperatura del galpón.

El enfriamiento evaporativo se implementa mejor para mantener la temperatura requerida dentro de la construcción, más que para reducir las temperaturas que ya han alcanzado niveles tan altos que causan estrés.

Son 3 los factores que afectan directamente al enfriamiento evaporativo:

- Temperatura del aire exterior
- Humedad relativa (HR) del aire exterior
- Eficiencia de la evaporación

3.1.5. Iluminación a través de energías renovables

El diseño de iluminación debe ser sencillo, pues de lo contrario puede ser difícil implementarlo con éxito.

La iluminación es una importante técnica de manejo para la producción del pollo. Hay que tomar en cuenta cuando menos 4 aspectos importantes:

- Longitud de onda (color)
- Intensidad
- Duración del foto período
- Distribución del foto período (programas intermitentes)

3.1.6. Manejo de la cama

Los aspectos económicos de la localidad y la disponibilidad de las materias primas rigen la selección del material de cama que debe proporcionar:

- Buena absorción de la humedad
- Biodegradabilidad
- Comodidad para las aves
- Bajo nivel de polvo
- Ausencia de contaminantes
- Disponibilidad consistente de una fuente biosegura

Se propone el uso de la viruta suave de madera o cascarilla de arroz que se debe distribuir uniformemente, a una altura de 8 a 10 cm. Cuando la temperatura del piso es correcta (de 28°C a 30°C, 82°F - 86°F) se puede reducir la altura de la cama, sobre todo si existen problemas para desechar la cama usada. Es mejor usar pisos de concreto que de tierra, pues son lavables y permiten un manejo más efectivo de la cama.

A continuación, en la tabla II se presentan los materiales para camas y sus características.

Tabla II. **Características de los materiales de cama comunes**

Material	Características
Viruta de madera blanca nueva	Buena absorción y degradación. Posible contaminación con insecticidas tóxicos y otros compuestos químicos que le dan olor a humedad y la enmohecen.
Paja picada	Es preferible la paja de trigo. Posible contaminación con agroquímicos, hongos y micotoxinas. Degradación lenta. Lo mejor es usarla 50 % / 50 % con viruta de madera blanca.
Papel desmenuzado	Puede ser difícil de manejar en condiciones húmedas. El papel brillante no es adecuado.
Cascarillas y desechos vegetales	No son muy absorbentes. Lo mejor es mezclarlos con otros materiales. Las aves lo pueden comer.
Aserrín	No es adecuado. Es polvoso y las aves lo pueden comer
Pelets de paja tratados químicamente	Usarlos de acuerdo con las recomendaciones del proveedor.
Arena	Se puede usar en áreas áridas. Sobre piso de concreto. Si está demasiado profunda puede impedir el movimiento de las aves. Requiere buen manejo.
Composta vegetal peat moss	Se puede usar con éxito.

Fuente: elaboración propia.

3.1.7. Densidad de la población

La densidad de población es, a la larga, una decisión basada en la economía y en las leyes locales en materia de bienestar animal; la densidad de la población influencia el bienestar de las aves, su rendimiento, su uniformidad y la calidad del producto; el exceso de población incrementa las presiones ambientales sobre los pollos, compromete su bienestar y, finalmente, reduce la rentabilidad.

La calidad de las construcciones y el sistema de control ambiental determinan la mejor densidad de población. Si se incrementa, se deberá ajustar la ventilación, el espacio de comedero y la disponibilidad de bebederos.

El área de piso que requiere cada pollo depende de:

- El peso vivo objetivo y la edad del sacrificio
- El clima y la estación del año
- El tipo y sistema de galpón y equipo, particularmente de ventilación
- Los requerimientos de certificación de aseguramiento de la calidad

Por ejemplo, para un galpón de 10 m de ancho por 100 m de largo, se debe utilizar una densidad de 12 pollos por metro cuadrado en verano (temperatura alta) lo que produce unos 12 000 pollos para procesar por parvada; pero con temperatura baja (noviembre a febrero) para ese mismo galpón se puede trabajar con una densidad de 14 pollos por metro cuadrado, unos 14 000 pollos para procesar por parvada, lo que representa un aumento en la producción de un 16,50 % por parvada.

3.2. Sistemas automáticos de alimentación

Es un sistema de alimentación para las aves que no necesita la intervención humana, detecta la falta de alimento en los platos de distribución de concentrado y los llena en el momento justo cuando las aves lo necesitan a través de un plato controlado por un *microswitch* colocado al final de la línea de alimentación.

3.2.1. Sistema de suspensión

Es la parte del sistema automático que permite al personal elevar el sistema para efectos de limpieza o para ajustarlo a la altura adecuada de alimentación de las aves según su edad.

3.2.2. Almacenamiento

Para el sistema de alimentación automática el almacenamiento del alimento se hará en silos. El silo es un contenedor cilíndrico hecho de piezas curvas de lámina galvanizada con una terminación en forma de cono para que el alimento se deslice por gravedad.

3.2.3. Descarga de silos

En la base del cono inferior del silo se coloca una tolva en donde se instala un tornillo sin fin flexible. Este tornillo al estar en movimiento transporta el alimento a través de un tubo hasta llegar a una perforación en donde el alimento cae por gravedad; cuando el tubo de la primera perforación está lleno, sigue transportando el alimento hasta llegar a otra perforación y así sucesivamente hasta llegar al dispositivo de seguridad que apaga el sistema.

3.3. Equipo de alimentación

La buena alimentación de las aves da como resultado un aumento en su conversión alimenticia, lo que se traduce en mejor peso para su comercialización para el consumo de carne de pollo; por lo tanto, se debe contar con dispositivos de seguridad, así como instalaciones mecánicas como se describen a continuación.

3.3.1. Dispositivos de seguridad

Los dispositivos de seguridad se basan en tener un control de los alimentos proporcionados a las aves que deben tener los nutrientes necesarios. Por ejemplo, el interruptor instalado al final de la línea de alimentación que impide el desperdicio de alimento.

3.3.2. Instalación mecánica

El sistema automático para alimentación de aves proporciona soluciones completas para la alimentación de pollos; se debe contar con sistemas automáticos con las siguientes especificaciones.

- Capacidad de alimentación de 600 kg / hora como mínimo.
- Platos circulares de alimentación con 14 ventanas cada uno, que se instalan mediante ajuste a presión y que se pueden montar y desmontar con facilidad sin necesidad de herramientas. Son fáciles de limpiar y desinfectar, resistentes al envejecimiento y a los rayos UV, atóxicos y duraderos.

- Transportador de tornillo helicoidal: fabricado con acero espiral de alta calidad, resistente al desgaste y a la corrosión. Su longitud es de 150 metros o menos.
- Tubo galvanizado en caliente, resistente al desgaste y a la corrosión, por donde el transportado de tornillo helicoidal hace circular el alimento.
- Requerimientos para la forma de los alimentos: granulado, con un diámetro no mayor a 4 mm.

3.4. Buenas prácticas de manufactura en la crianza de pollo

La salud es uno de los aspectos de mayor importancia en la producción del pollo de engorde. Cuando el pollo en su etapa inicial no cuenta con buena salud, tendrá un impacto negativo sobre todos los aspectos de la producción y el manejo de la parvada: tasa de crecimiento, conversión alimenticia, decomisos, viabilidad y procesamiento. Los pollos de un día deben ser de buena calidad y tener buena salud, y estas aves deben proceder de un número mínimo de parvadas de reproductoras con condiciones similares de salud. Lo ideal es que los pollos de cada nave procedan de una misma parvada de reproductoras. Los programas de control de enfermedades en la granja incluyen:

- Prevención de enfermedades
- Detección temprana de enfermedades
- Tratamiento de las enfermedades identificadas

3.4.1. Bioseguridad

Un sólido programa de bioseguridad es crítico para mantener la salud de la parvada. El entendimiento y el seguimiento de las prácticas de bioseguridad determinadas deben ser parte del trabajo de todo el personal. Para lograrlo, es esencial contar con programas de capacitación y de entrenamiento del personal, realizándolos con regularidad. La bioseguridad previene la exposición de las parvadas a los microorganismos causantes de enfermedades.

3.4.2. Instalaciones

La limpieza es fundamental para la crianza de pollos de engorde, una contaminación cruzada de agentes patógenos puede enfermar a las aves; por lo tanto, todo el galpón debe estar limpio y sanitizado antes de iniciar una nueva parvada.

3.4.3. Sistemas de bebederos

El agua que se administre a los pollos no deberá contener niveles excesivos de minerales ni estar contaminada con bacterias. Aunque el agua disponible presente niveles aceptables para el consumo humano, no quiere decir que también lo será para el pollo de engorde; la procedente de pozos perforados, reservorios abiertos o suministros públicos de baja calidad, puede causar problemas.

En la granja deberá existir un sistema adecuado para almacenar el agua, para ser utilizado en caso de falla en el suministro principal de agua. Lo ideal es que el almacén de agua proporcione la cantidad necesaria para 24 horas de consumo en la última etapa de vida de las aves como mínimo.

3.4.4. Manejo de piensos (alimento balanceado)

La forma más conveniente de alimentar pollos es con una ración balanceada y peletizada, bien sea que las aves están confinadas en el interior o se les permite salir al aire libre. La mayoría de las raciones contienen maíz para brindar energía, harina de soya para proteínas, vitaminas y suplementos minerales. Las raciones comerciales a menudo contienen antibióticos y arsénico para promover la salud y mejorar el crecimiento, coccidiostatos (compuestos químicos de amplio espectro para el control de la Coccidiosis) para combatir la coccidiosis (enfermedad causada por parásitos protozoarios que para realizar su ciclo de vida infectan a las células del intestino, causando graves problemas de salud a las aves infectadas, como diarrea sanguinolenta entre otros) y algunas veces contienen inhibidores de moho. Sin embargo, es posible obtener alimentos balanceados sin medicamentos, se debe fijar en las etiquetas para ver si contienen aditivos.

3.4.5. Control del medio ambiente

La principal manera de controlar el ambiente de las aves es manejando la ventilación, pues es esencial aportar aire de buena calidad en forma constante y uniforme al nivel de las aves.

En todas sus etapas del crecimiento, los pollos necesitan aire fresco para conservar la salud y lograr todo su potencial. La ventilación ayuda a mantener las temperaturas dentro del galpón, dentro de la zona de confort de los animales. Durante las primeras etapas del período de producción la principal preocupación es mantener a las aves con el calor suficiente, pero conforme crecen, el principal objetivo es mantenerlas suficientemente frescas.

Los galpones y los sistemas de ventilación que se utilicen dependen del clima, pero en todos los casos la ventilación efectiva debe eliminar el exceso de calor y humedad, proporcionar oxígeno y mejorar la calidad del aire al eliminar los gases nocivos.

3.4.6. Factor humano

La aplicación de las buenas prácticas de manufactura en el factor humano es vital, dado que el personal de la granja debe tener todo su equipo de protección personal y conocer los procedimientos higiénicos para el manejo y la crianza de las aves.

3.5. Evaluación de indicadores de productividad

Para el análisis de la evaluación de los indicadores de productividad, la granja, por medio del gerente general, proporcionó los datos obtenidos en cada proceso durante el último bimestre de 2016, para realizar un plan piloto durante el primer bimestre de 2017, con el objetivo de realizar las comparaciones de mejora.

3.5.1. Peso corporal semanal

El pesaje de las aves es fundamental, ya que es la única fuente de datos que se poseerá para controlar el suministro de alimento.

El control de peso debe iniciarse muy pronto, a las 3-4 semanas de edad, y llevarse a cabo semanalmente durante toda la cría. El número de aves a pesar debe ser como mínimo de un 5 % de la población.

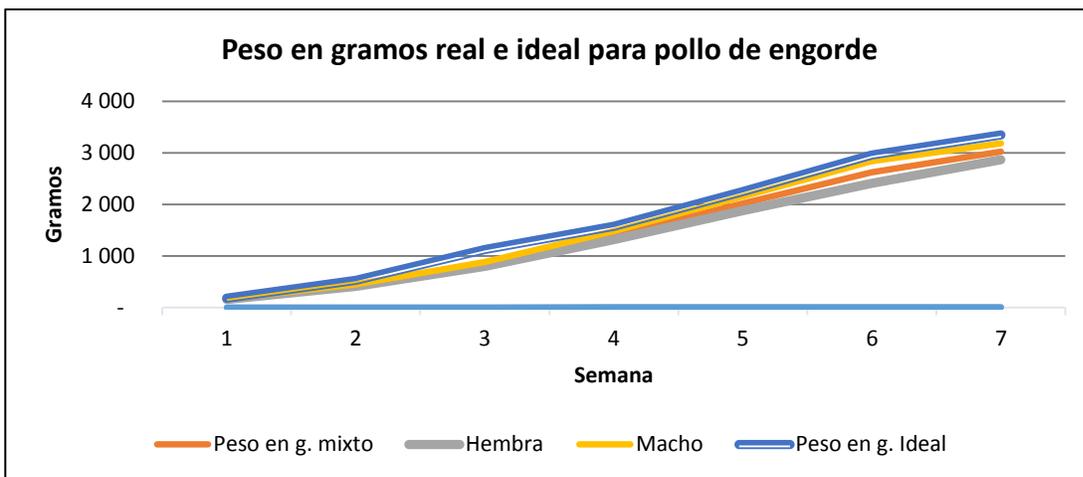
A continuación, en la tabla III, se describe la toma de pesos que se realizó durante noviembre y diciembre de 2016 y en la figura 12 se presenta de forma gráfica, el peso ideal vs el peso real en gramos con respecto a la edad en semanas.

Tabla III. **Pesos corporales semanas noviembre-diciembre de 2016**

Del	Al	Semana	Peso en g. mixto	Rango de peso en g.		Peso en g. ideal
				Hembra	Macho	
11-nov-16	17-nov-16	1	161,5	158	165	185
18-nov-16	24-nov-16	2	430,0	411	449	530
25-nov-16	1-dic-16	3	843,0	801	885	1 125
2-dic-16	8-dic-16	4	1 397,0	1 316	1 478	1 575
9-dic-16	15-dic-16	5	2 017,0	1 879	2 155	2 250
16-dic-16	22-dic-16	6	2 625,5	2 412	2 839	2 960
23-dic-16	29-dic-16	7	3 026,5	2 867	3 186	3 350

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Pesos corporales semana noviembre-diciembre de 2016**



Fuente: elaboración propia.

3.5.2. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia es una medida de la productividad de un animal, en este caso de aves (pollo), se define como la relación entre el alimento que consume con el peso que gana.

Por ejemplo, si se usan cuatro kilogramos de alimento para producir dos kilogramos de carne, la conversión alimenticia es 2,00 (4 kilogramos dividido por 2 kilogramos). Es evidente que cuanto menor sea la conversión más eficiente es el ave; los pollos convierten el alimento en carne muy eficientemente, y es posible lograr valores de 1,80 a 1,90 kg.

El pollo de engorde en la actualidad ha sido genéticamente desarrollado para que gane peso a una razón extremadamente rápida y usando eficientemente los nutrientes; la clave para conseguir una buena conversión alimenticia es comprender bien los factores básicos que la afectan y adoptar métodos de manejo que optimicen esos factores.

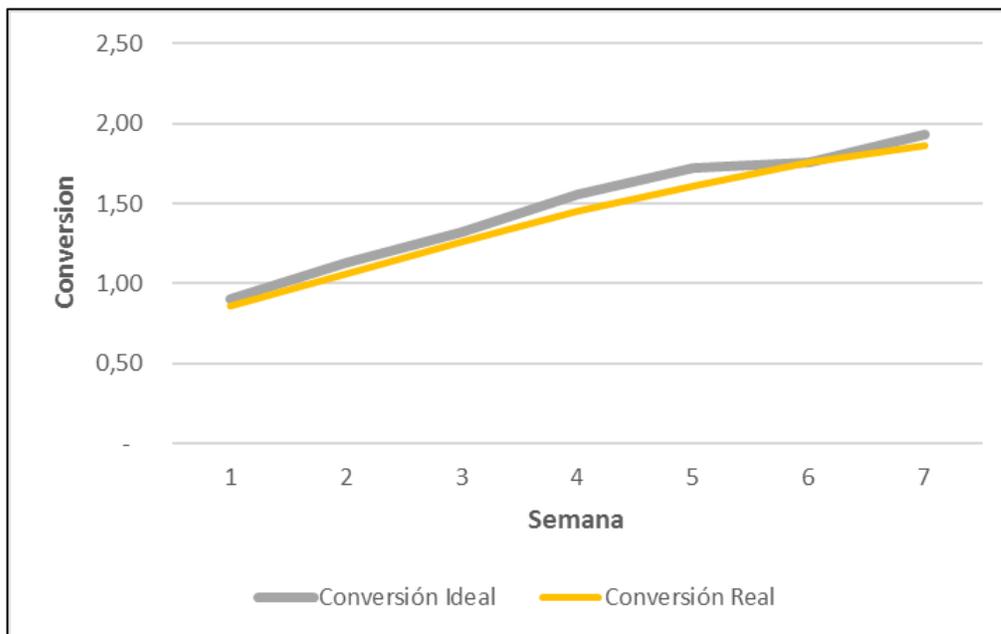
A continuación, en la tabla IV, se presentan los resultados de la conversión alimenticia de una parvada, criada de noviembre a diciembre de 2016; y en la figura 13, se presenta de forma gráfica la conversión alimenticia para la parvada evaluada.

Tabla IV. **Conversión alimenticia noviembre-diciembre de 2016**

Del	Al	Semana	Libras de pollo esperadas	Conversión ideal	Conversión real
11-nov-16	17-nov-16	1	4 309,93	0,90	0,86
18-nov-16	24-nov-16	2	4 294,74	1,13	1,06
25-nov-16	1-dic-16	3	4 280,48	1,32	1,26
2-dic-16	8-dic-16	4	4 267,77	1,56	1,45
9-dic-16	15-dic-16	5	4 252,58	1,72	1,61
16-dic-16	22-dic-16	6	4 230,26	1,76	1,76
23-dic-16	29-dic-16	7	4 230,26	1,93	1,86

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Conversión alimenticia noviembre-diciembre 2016**



Fuente: elaboración propia.

3.5.3. Ganancia de peso

La ganancia en peso se da con base en el consumo de alimentos cada semana: conforme las aves crecen se alimentan de más nutrientes. Para lo cual se describe las libras de alimento utilizadas, así como la conversión alimenticia.

En la tabla V se presenta la ganancia de peso semanal para la parvada evaluada de noviembre a diciembre de 2016

Tabla V. **Ganancia de peso noviembre-diciembre de 2016**

Del	Al	Semana	Libras de pollo semanal	Libras de pollo semanal acumulada	Libras de alimento acumulada	Ganancia de peso semanal
11-nov-15	17-nov-15	1	4 309,93	4,309.93	3 900,00	0,90
18-nov-15	24-nov-15	2	4 294,74	8,604.67	10 500,00	1,22
25-nov-15	1-dic-15	3	4 280,48	12,885.15	17 100,00	1,33
2-dic-15	8-dic-15	4	4 267,77	17,152.92	27 700,00	1,61
9-dic-15	15-dic-15	5	4 252,58	21,405.50	33 800,00	1,58
16-dic-15	22-dic-15	6	4 230,26	25,635.76	49 100,00	1,92
23-dic-15	29-dic-15	7	4 230,26	29,866.02	63 900,00	2,14

Fuente: elaboración propia.

3.5.4. Eficiencia alimenticia

Este índice es el más importante de todos, ya que en su ecuación está representado por todas las variables inherentes en la producción de pollos de engorde. Por lo que se tiene la siguiente ecuación aritmética:

$$\text{Eficiencia alimenticia} = \left(\frac{(\text{peso promedio})(\text{viabilidad}) * 100}{(\text{Conversión alimenticia a})(\text{edad}(\text{días}))} \right)$$

Con los datos obtenidos al finalizar el lote, se tiene el cálculo siguiente:

$$\text{Eficiencia alimenticia} = (2,14 * 0,933 * 100) / (1,86 * 49) = \underline{2,19 \%}.$$

Peso promedio al finalizar el lote: 2,14 Kg; de tabla V, semana 7.

Viabilidad = porcentaje de aves vivas entregadas al finalizar el lote: 0,933 %; 100 % al inicio de la parvada menos 6,71 % de mortalidad acumulada semana 7, tabla VI.

Conversión alimenticia al finalizar el lote = 1.86; tabla IV semana 7.

Edad = número de días promedio en granja, 49 días, lotes de 7 semanas.

3.5.5. Índice de productividad

El índice de productividad (IP) está representado por la relación entre la eficiencia alimenticia del lote y su conversión de alimento. Mientras más, este índice, supere a la unidad (>1), la productividad será mejor.

Con los datos obtenidos en el lote noviembre-diciembre de 2016 se presenta el siguiente ejemplo.

$$\text{Índice productividad} = \frac{\text{eficiencia alimenticia a} = 2,19 \text{ kg}}{\text{Conversión alimenticia a } 1,86 \text{ kg}} = 1,17$$

La eficiencia alimenticia promedio de las aves es de 2,19 kg y la conversión alimenticia 1,86 kg (datos obtenidos al final del lote, proporcionados por la empresa). Como se observa, el valor del índice es cercano a 1, por lo tanto, el índice de productividad en la empresa debe mejorarse a través de la mejora en el peso promedio de las aves.

3.5.6. Porcentaje de mortalidad

El porcentaje de mortalidad representa el número total de aves que mueren durante la crianza o proceso de crecimiento.

A continuación, en la tabla VI, se presentan los resultados de la mortalidad en el lote noviembre-diciembre de 2016.

Tabla VI. **Porcentaje de mortalidad noviembre-diciembre de 2016**

Del	Al	Semana	Mortalidad	Mortalidad acumulada	% de mortalidad	% de mortalidad acumulada
11-nov-15	17-nov-15	1	57	57	0,88	0,88
18-nov-15	24-nov-15	2	49	106	1,02	1,90
25-nov-15	1-dic-15	3	46	152	1,09	2,98
2-dic-15	8-dic-15	4	41	193	1,22	4,20
9-dic-15	15-dic-15	5	49	242	1,02	5,22
16-dic-15	22-dic-15	6	72	314	0,69	5,92
23-dic-15	29-dic-15	7	63	377	0,79	6,71

Fuente: elaboración propia.

3.6. Evaluación de gráficas comparativas

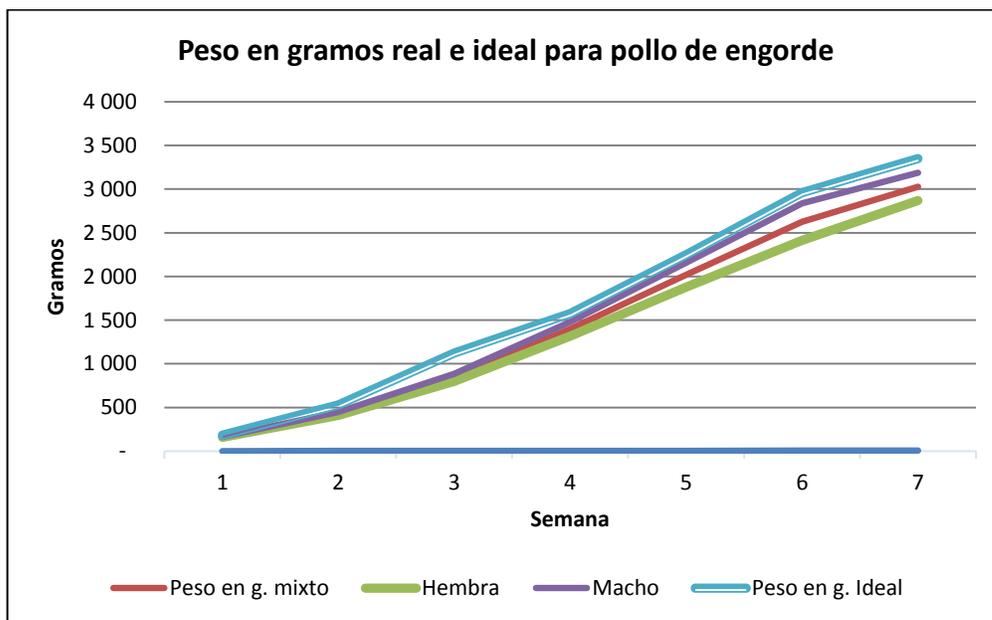
A continuación, se presenta la interpretación gráfica de las evaluaciones realizadas en la granja.

3.6.1. Peso semanal

El ave para tener una mejor condición de crecimiento debe alimentarse de nutrientes que fortalezcan su organismo. El peso semanal depende de la cantidad en kilogramos que se le suministra.

En la figura 14, se presentan los pesos obtenidos durante el lote noviembre-diciembre de 2016.

Figura 14. **Pesos corporales semana noviembre-diciembre de 2016**



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la figura anterior, las aves tanto hembras como machos, han generado un incremento en su peso cada semana de su crecimiento, alcanzando niveles aceptables cercanos al peso ideal, hasta llegar a ser un pollo de buenas condiciones para que sea trasladado al área de producción.

3.6.2. Conversión alimenticia

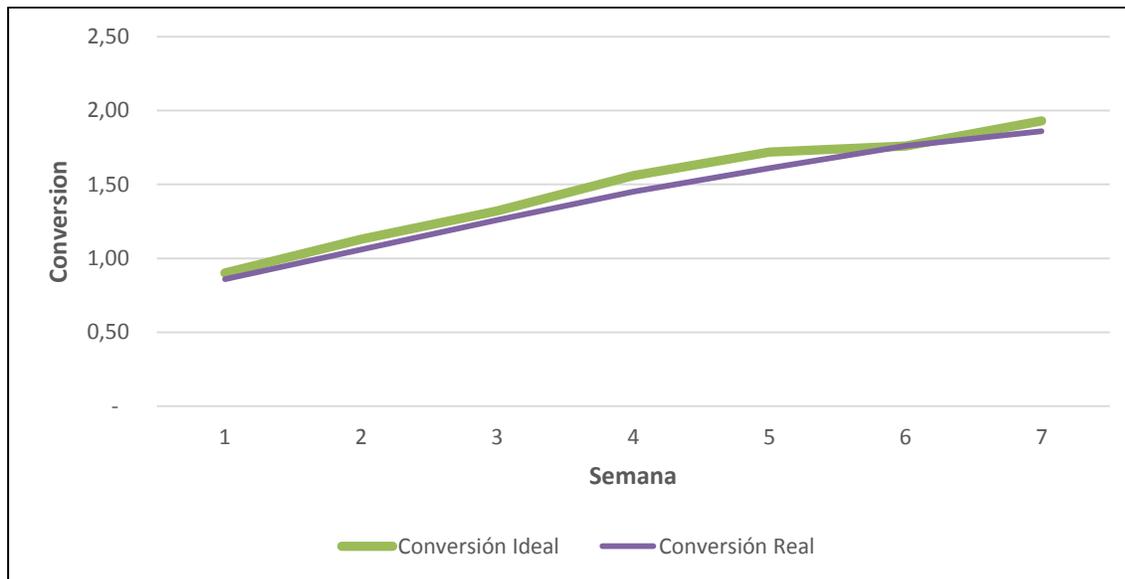
La conversión alimenticia, como ya se hizo mención, es la división de los factores de kilogramos de alimentos consumidos entre los kilogramos de pollos vivos obtenidos (como los factores son libras, no es necesario hacer la conversión a kilogramos, dado que las variables se eliminan en la división).

Para los meses de noviembre y diciembre de 2016, se consumieron 63 900 libras de alimento y se entregaron 29 866 libras de pollo vivo (datos obtenidos en la tabla V); por lo tanto, se tiene el siguiente cálculo:

$$\text{Conversión alimenticia} = 63\,900 / 29\,866 = 2,14$$

Como se puede observar en la figura 15, a medida que el tiempo va transcurriendo, las aves van generando mayor peso, tienen una mayor demanda de alimentos, derivado de lo anterior, las aves tienen una conversión alimenticia promedio de 2,14.

Figura 15. **Conversión alimenticia noviembre-diciembre de 2016**



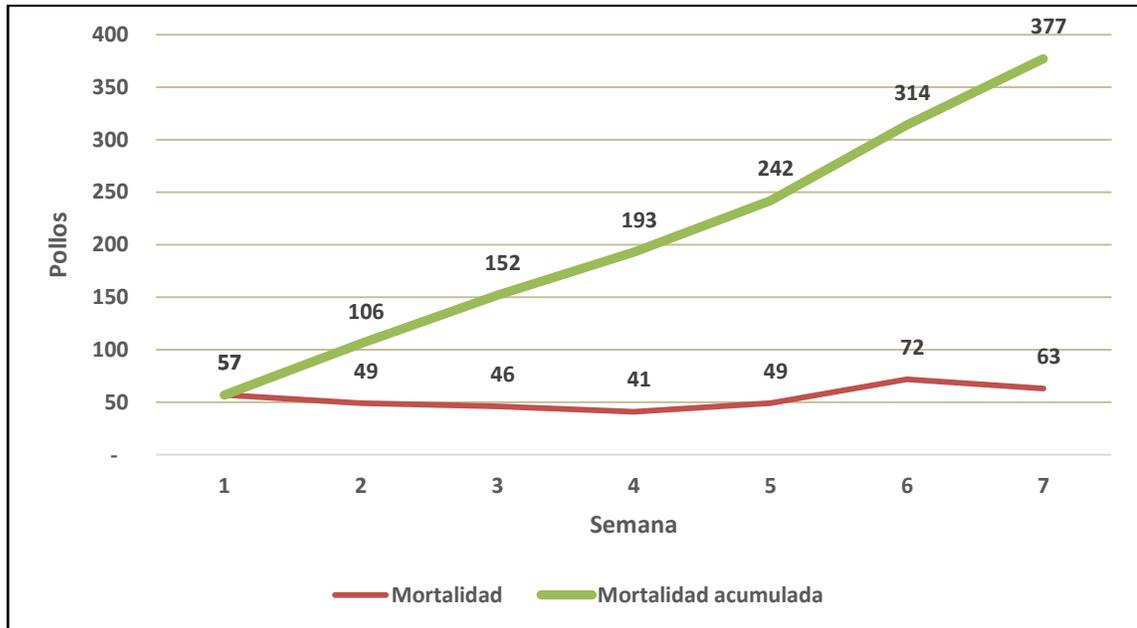
Fuente: elaboración propia.

3.6.3. Mortalidad acumulada

La mortalidad, en las primeras semanas de vida del pollo, se da por varias causas como la deshidratación de las aves: cuando no existe un buen control del ambiente en el galpón, los pollos aumentan su temperatura por lo cual aumenta la humedad que genera más calor, lo que afecta a las aves produciéndoles estrés térmico; esto ocasiona síntomas de fatiga o cansancio, en consecuencia, el ave, como tiene pocas semanas de vida, no resiste el esfuerzo al que es sometida y muere.

A continuación, en la figura 16, se presenta gráficamente la mortalidad y mortalidad acumulada de la parvada noviembre-diciembre de 2016 con respecto a las semanas de vida del pollo.

Figura 16. **Mortalidad noviembre-diciembre de 2016**



Fuente: elaboración propia.

3.7. **Mantenimiento de equipo de la etapa uno**

A continuación, se presentan los puntos de mantenimiento del sistema necesarios para el óptimo funcionamiento de los equipos.

3.7.1. **Motores del sistema automático de alimentación**

El conjunto que comprende la fuente de potencia mecánica no tiene partes electrónicas, sin embargo, si tiene elementos a lubricar, eléctricos y mecánicos.

A continuación, en la tabla VII se describe, paso a paso, el mantenimiento y su periodicidad de los motores eléctricos.

Tabla VII. **Mantenimiento para motores eléctricos del sistema de alimentación automática**

No.	Parte	Elemento del sistema	Especificaciones de partes o lubricantes	Intervalo de servicio
1	Aceite de caja reductora	Lubricación	S.A.E. 90	24 meses
2	Cables de alimentación eléctrica	Electricidad	Cambiar únicamente si falla (TSJ Cal 12)	12 meses
3	Contactador de Motor	Electricidad	Cambiar únicamente si falla (220 V de 4-6 Amp.)	12 meses
4	Conexiones	Electricidad	-	12 meses
5	Capacitor	Electricidad	Cambiar únicamente si falla (180 μ f)	12 meses
6	Sistema de Suspensión	Mecánico	-	12 meses
7	Pernos que sujetan a plato control y Tornillo sin fin	Mecánico	Reemplazar si es necesario	6 meses
8	Todos los demás pernos	Mecánico	Reemplazar si es necesario	12 meses
9	Cojinetes	Mecánico	Reemplazar	24 meses
10	Sistema de Suspensión	Mecánico	-	12 meses

Fuente: elaboración propia.

3.7.2. Interruptores de automatización

A continuación, en la tabla VIII se describe el mantenimiento y su periodicidad de los interruptores de automatización.

Tabla VIII. Sistema de mantenimiento para interruptores de control

No.	Parte	Elemento del sistema	Especificaciones de partes o lubricantes	Intervalo de servicio
1	Plato control al final de línea o plato control de motor	Electricidad	Cambiar únicamente si falla	6 meses
2	Plato control central.	Electricidad	Cambiar únicamente si falla	6 meses
3	Medidor de nivel de sólido de tolva.	Electricidad	Cambiar únicamente si falla (110 V de 4-6 Amp.)	6 meses
4	Interruptor de emergencia.	Electricidad	Cambiar únicamente si falla	6 meses
5	Arrancadores	Electricidad	Cambiar únicamente si falla (220 V de 4-6 Amp.)	6 meses
6	Conexiones	Electricidad	Cambiar únicamente si falla (TSJ Cal 12)	6 meses

Fuente: elaboración propia.

3.7.3. Tuberías y sistema de suspensión

Realizar una supervisión continua de los herrajes y el manejo del equipo por parte del personal operativo, mantener lubricado constantemente el malacate. A continuación, en la tabla IX se especifica el mantenimiento para las tuberías y sistema de suspensión del comedero.

Tabla IX. **Mantenimiento para tubería y sistema de suspensión**

No.	Parte	Elemento del sistema	Especificaciones de partes o lubricantes	Intervalo de servicio
1	Polea principal y cable de 3/16"	Mecánico	Corregir cable y reemplazar polea si está en mal estado.	6 meses
2	Poleas secundarias, armellas, cable 1/8", y ajuste de altura	Mecánico	Corregir cable y reemplazar polea, armella, y ajustador si está en mal estado.	6 meses
3	Tubería y nivelación	Mecánico	Corregir cable y reemplazar tubería si está en mal estado.	6 meses

Fuente: elaboración propia.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Se alcanzará una mejora en la operación y la producción de pollos en la granja, con la implementación de buenas prácticas basadas en principios, análisis de datos, manejo adecuado de residuos, reciclaje, etc. De lo cual se expone lo siguiente.

4.1. Principios de plan de prevención de riesgos

Los principios para la prevención de riesgos se basan en el uso correcto del equipo de protección personal, protección a las maquinarias y equipos, así como tener un buen clima organizacional en la empresa.

4.1.1. Protección de personal

Todo el personal debe utilizar el equipo de protección personal; sino se tiene completo el equipo, no se puede realizar el trabajo de forma eficiente; el equipo obligatorio para el personal operativo de la granja (granjero) es: mascarilla, camisa y pantalón de gabardina (lavado y desinfectado en granja todos los días) y botas de hule; en el caso de que el comedero sea manual, se debe usar cinturón para cargar peso.

El riesgo para un granjero por no utilizar incorrectamente el equipo de protección personal es directo a su salud física; la mascarilla le protege del polvo que provoca el aleteo de los pollos, la ropa y botas de hule, del contacto directo con la piel de productos veterinarios que pueden causar irritación y el cinturón, de problemas en la columna vertebral al levantar pesos altos de

alimento. Para el uso correcto del equipo de protección personal, se propone un manual interno de seguridad e higiene industrial (ver anexo I).

Al terminar el día laboral, se debe dejar la ropa en recipientes colocados en la granja para tal efecto (camisas en uno y pantalones en otro), de tal modo que facilite el trabajo del personal de lavandería; la mascarilla es desechable, por lo tanto, al finalizar el día se debe desechar en un recipiente especial; las botas de hule deberán lavarse perfectamente por fuera y por dentro y colocarse hacia abajo en el lugar adecuado para ese fin.

4.1.2. Protección de maquinaria

Toda la maquinaria debe resguardarse del polvo, agua o contacto con otros químicos, para evitar sus fallas y que esto cause demoras en el plan de trabajo; entre la maquinaria que debe protegerse está: los motores del comedero automático, las criadoras, los paneles de control eléctrico.

Se deberán fabricar guardas de tela impermeable para las criadoras, guardas plásticas para los motores, también, un sistema de protección de tierras físicas para los paneles de control eléctrico.

4.1.3. Prevención de accidentes

Se deberá hacer una charla cada inicio de semana durante cada parvada (siete semanas) para reforzar el comportamiento proactivo del personal ante los peligros asociados al trabajo que realizan y desarrollar sus habilidades de observación preventiva. A continuación, en la tabla X se describen las charlas a impartir y su calendarización por semana. El orden de las charlas puede variar según la conveniencia del supervisor de granja.

Tabla X. **Charlas semanales para prevenir accidentes**

Semana	Charla	Duración	Facilitador
1	¿Qué hacer en caso de fugas de gas?	10 minutos	Francisco López
2	Lavado correcto de las manos	5 minutos	Francisco López
3	Baño adecuado en granjas	8 minutos	Médico Veterinario
4	Cuidado de la espalda	10 minutos	Instructor de gimnasio
5	Prevención de resbalones, caídas y tropiezos en el trabajo	12 minutos	Francisco López
6	¿Qué hacer y que clases de fuego existen, como prevenirlos?	15 minutos	Francisco López
7	Mantenimiento preventivo básico de equipos	10 minutos	Francisco López

Fuente: elaboración propia.

4.2. Factores involucrados en los accidentes

Los accidentes son acontecimientos o actos no deseados, pero estos acontecimientos o actos obedecen a la ley de causalidad, es decir, si se eliminan las causas también se eliminarán sus efectos colaterales; los factores que influyen en estas causas son muchos, pero se pueden sintetizar en dos grupos: humanos y del ambiente de trabajo.

4.2.1. Factor humano

Un operador hace o deja de hacer algo cuya consecuencia un incidente; el responsable de la causa es el hombre, que debido a un factor personal comete una acción subestándar; afortunadamente, en la crianza de pollos, los accidentes son pocos y no graves; se pueden mencionar:

- Caídas por tropiezos con los equipos (bebedero y comedero).
- Lesiones de espalda por levantar cargas pesadas.

- Afecciones respiratorias por exposición al polvo producido por las plumas y la cama de los pollos.

A continuación, en la tabla XI se mencionan los factores personales que pueden desencadenar en accidentes, y las medidas necesarias para su control.

Tabla XI. **Factores personales y medidas para su control**

Factores personales	Medidas de control
El colaborador no sabe	Capacitar
El colaborador no puede	Seleccionar
El colaborador no quiere	Motivar

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Factores ambientales

Son todos aquellos factores que están presentes en los lugares de trabajo y que, si no se toman las medidas de prevención y mitigación necesarias, pueden transformar una actividad normal en una condición insegura para los colaboradores y para los pollos; a continuación, se exponen los factores más relevantes en los lugares de trabajo y las medidas de control para evitar condiciones inseguras que puedan ocasionar algún tipo de accidente.

4.3. Análisis de indicadores de productividad

Para implementar las acciones de mejora energética, se presentan a continuación, los análisis de productividad comparados del lote A, noviembre-diciembre de 2016 y una prueba piloto, el lote B, enero-febrero de 2017.

4.3.1. Peso corporal semanal

A continuación, en la tabla XII se presenta la comparación de pesos corporales y el análisis de resultados obtenidos.

Tabla XII. Pesos corporales y comparación de lotes A y B

Del	Al	Semana lote A	Peso en g. mixto	Peso en g. ideal	Rango de peso en g.	
					Hembra	Macho
11-nov-16	17-nov-16	1	161,5	185	158	165
18-nov-16	24-nov-16	2	430,0	530	411	449
25-nov-16	1-dic-16	3	843,0	1 125	801	885
2-dic-16	8-dic-16	4	1 397,0	1 575	1 316	1 478
9-dic-16	15-dic-16	5	2 017,0	2 250	1 879	2 155
16-dic-16	22-dic-16	6	2 625,5	2 960	2 412	2 839
23-dic-16	29-dic-16	7	3 026,5	3 350	2 867	3 186

Del	Al	Semana lote B	Peso en g. mixto	Peso en g. ideal	Rango de peso en g.	
					Hembra	Macho
10-ene-17	16-ene-17	1	167,0	185	164	170
17-ene-17	23-ene-17	2	433,5	530	415	452
24-ene-17	30-ene-17	3	849,5	1 125	808	891
31-ene-17	6-feb-17	4	1 406,5	1 575	1 328	1 485
7-feb-17	13-feb-17	5	2 023,0	2 250	1 885	2 161
14-feb-17	20-feb-17	6	2 633,0	2 960	2 420	2 846
21-feb-17	27-feb-17	7	3 035,5	3 350	2 873	3 198

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, el peso mixto de las aves al finalizar el lote B es de 3 035,5 gramos, superando por 9 gramos el peso del lote A; para lograr esta mejora se procedió a evaluar las condiciones del galpón y de los equipos ahí dispuestos, se encontraron oportunidades de mejora en los siguientes puntos:

- Cortinas: el sellado defectuoso del galpón ocasiona ingreso de aire frío que provoca un crecimiento anormal del pollo; se utilizó recurso humano de granja y cinta especial proporcionado por la empresa para realizar un parcheo en los agujeros de las cortinas.
- Bebedero: el bebedero de *nipple* debe estar alineado horizontalmente para permitir que todos los pollos tengan la misma oportunidad de beber agua; se utilizó recurso humano y materiales dispuestos en granja para trabajar este punto.
- Criadoras: la calefacción es muy importante en la etapa de vida uno, para este punto se utilizó personal de mantenimiento y repuestos provistos por la empresa, pues, de 8 criadoras encontradas en el galpón, únicamente, funcionaban 5.

En conclusión, a medida que mejoran las condiciones de ambiente y seguridad de las aves se tiene una mayor ganancia de peso por lote.

4.3.2. Conversión alimenticia

A continuación, en la tabla XIII se expone la comparación de la conversión alimenticia de las aves en los lotes A y B durante los meses de noviembre y diciembre de 2016 y los meses de enero y febrero de 2017, respectivamente.

Tabla XIII. **Comparación de conversión alimenticia lotes A y B**

Semana	Conversión ideal	Conversión real A	Conversión ideal	Conversión real B
1	0,90	0,86	0,90	0,858
2	1,13	1,06	1,13	1,054
3	1,32	1,26	1,32	1,250
4	1,56	1,45	1,56	1,432
5	1,72	1,61	1,72	1,608
6	1,76	1,76	1,76	1,740
7	1,93	1,86	1,93	1,842

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla XIII, la conversión alimenticia disminuyó de 1,86 para el lote A a 1,842 para el lote B, lo que representa una variación de casi el 1 %; esta variación responde también a las mejoras que se realizaron al galpón de la prueba piloto que permiten una mayor uniformidad en el desarrollo de las aves; esto, a su vez, provoca una baja en la mortalidad; y dado que la cantidad de alimento suministrada por ave, es la misma, se tiene, consecuentemente, una disminución en la conversión alimenticia.

4.3.3. Ganancia de peso

A continuación, en la tabla XIV se presenta la comparación en ganancia de peso de las aves durante los meses de noviembre y diciembre de 2016, lote A y enero y febrero de 2017, lote B.

Tabla XIV. **Ganancia de peso comparativo lotes A y B**

Semana	Libras de pollo semanal acumulada	Ganancia de peso semanal lote A	Libras de pollo semanal acumulada	Ganancia de peso semanal lote B
1	4 309,93	0,905	4 331,93	0,952
2	8 604,67	1,220	8 648,67	1,240
3	12 885,15	1,327	12 951,15	1,338
4	17 152,92	1,615	17 240,92	1,620
5	21 405,50	1,579	21 515,50	1,581
6	25 635,76	1,915	25 767,76	1,914
7	29 866,02	2,140	30 020,02	2,136
Promedio		1,529		1,540

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla XIV, la ganancia de peso promedio tuvo un incremento de 0,011, debido a las oportunidades de mejora que se encontraron durante la evaluación del lote noviembre-diciembre de 2016 y que se trabajaron antes de iniciar con el siguiente lote.

En el análisis realizado para el punto 4.3.1, se mencionaron las mejoras realizadas específicamente en cortinas, bebederos y criadoras, esto repercutió en una baja de la mortalidad, lo que da como resultado una mejora en la ganancia de peso.

4.3.4. Eficiencia alimenticia

En el capítulo anterior se mencionó que este índice es de los más importantes, ya que en su ecuación convergen todas las variables inherentes en la producción de pollos de engorde. Por lo cual, se trabajará la siguiente

ecuación aritmética, y luego se hará una comparación con los resultados del lote A, presentados en el inciso 3.5.4 que fue de 2,19 %.

$$\text{Eficiencia alimenticia} = \left(\frac{(\text{peso promedio})(\text{viabilidad}) * 100}{(\text{Conversión alimenticia a})(\text{edad(días)})} \right)$$

Con los datos obtenidos al finalizar el lote enero-febrero 2017, se tiene el cálculo siguiente:

$$\text{Eficiencia alimenticia} = (2,136 * 0,943 * 100) / (1,842 * 49) = \underline{2,23 \%}$$

Peso promedio al finalizar el lote: 2,136 Kg; de tabla XIV, semana 7, lote "B".

Viabilidad = porcentaje de aves vivas entregadas al finalizar el lote: 0,943 %; 100 % al inicio de la parvada menos 5,741 % de mortalidad acumulada semana 7, tabla XV.

Conversión alimenticia al finalizar el lote = 1,842; tabla XIII, semana 7, lote B.

Edad = número de días promedio en granja, 49 días, lotes de 7 semanas.

Como se puede apreciar en el cálculo anterior, la eficiencia alimenticia del lote B, ha mejorado en un 0,04 %, con respecto a los resultados obtenidos en el lote A; por lo que queda demostrado una vez más, que las mejoras realizadas en la infraestructura y los equipos del galpón y las charlas de capacitación impartidas a los granjeros han sido de ayuda para la empresa: se ha entregado pollo con un mejor peso, una conversión alimenticia más baja y una mortalidad más baja.

4.3.5. Índice de productividad

El índice de productividad (IP), como se mencionó anteriormente, está representado por la relación entre la eficiencia alimenticia del lote y la conversión de alimento del mismo. Mientras más este índice supere a la unidad (>1), la productividad será mejor.

Para el caso de este estudio se tiene, con los datos obtenidos en el lote B, se presenta el siguiente cálculo, que luego será comparado con los datos obtenidos en el lote A, noviembre-diciembre de 2016.

$$\text{Índice productividad} = \frac{\text{eficiencia alimenticia a}}{\text{Conversión alimenticia a}}$$

$$\text{Índice productividad} = \frac{2,23 \text{ kg}}{1,841 \text{ kg}} = 1,21$$

La eficiencia alimenticia para el lote B fue de 2,23 kg y la conversión alimenticia 1,841 kg (datos proporcionados por la empresa al llegar al cierre del lote). Como se observa, el valor del índice de productividad para el lote B fue 1,21 que representa un incremento de 0,04 puntos más con respecto a lo obtenido en el lote A, por lo cual, se puede comprobar que el índice de productividad en esta prueba ha mejorado y por lo tanto es posible y necesario aplicar las mejoras al resto de la granja.

4.3.6. Porcentaje mortalidad

A continuación, en la tabla XV se presentan los resultados obtenidos de la mortalidad en el lote B criado en los meses de enero y febrero de 2017, en comparación con los resultados obtenidos en el lote A.

Tabla XV. **Porcentaje de mortalidad para los lotes A y B**

Sema- na	LOTE "A" noviembre-diciembre 2016				LOTE "B" enero-febrero 2017			
	Mortali- dad	Mortali- dad acumu- lada	% de Mortali- dad	% de Mortali- dad acumu- lada	Mortali- dad	Mortali- dad acumu- lada	% de Mortali- dad	% de Mortali- dad acumu- lada
1	57	57	0,88	0,88	45	45	0,87	0,87
2	49	106	1,02	1,90	41	86	0,94	1,81
3	46	152	1,09	2,98	42	128	0,91	2,72
4	41	193	1,22	4,20	44	172	0,86	3,57
5	49	242	1,02	5,22	46	218	0,81	4,38
6	72	314	0,69	5,92	61	279	0,60	4,99
7	63	377	0,79	6,71	48	327	0,75	5,74

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el porcentaje de mortalidad del lote B, presentó una reducción de casi un 1 % con respecto al porcentaje de mortalidad del lote A; ya que las mejoras realizadas en el galpón, durante el periodo de su limpieza, han impactado de forma positiva para la empresa puesto que hay una mayor producción de pollo.

4.4. Manejo de residuos

Durante la producción avícola surgen una gran cantidad de necesidades que van más allá de los requerimientos productivos. Se hace, por tanto,

imprescindible la aplicación de estrategias de reciclaje que posibiliten el saneamiento ambiental y, a la vez, permitan la recirculación de nutrientes que contribuyan a lograr un mejor equilibrio entre el hombre y la naturaleza para alcanzar a su vez un beneficio económico. Los procesos de producción, tanto en granja como a nivel industrial, generan una cantidad incalculable de residuos y desechos, los cuales, por la forma como se producen y utilizan, no se incorporan a la naturaleza en un ciclo natural. Estos desperdicios deben ser eliminados del ambiente y aprovechados correctamente, con el fin de aumentar la eficiencia y productividad durante la explotación.

4.4.1. Medio ambiente

El impacto ambiental de un volumen considerable de desperdicios es altamente significativo. Por consiguiente, se requiere la aplicación de estrategias de manejo del reciclaje, que contribuyan con la eliminación de los desperdicios y su forma de aprovechamiento, ya sea a través del uso directo en la alimentación animal o mediante procesos para la recuperación y producción de energía y fertilizantes, entre otros.

4.4.2. Residuos orgánicos

Los residuos orgánicos de las granjas de aves se presentan en la forma de excrementos. Pueden ser líquidos y sólidos y recogerse de distintas formas; en este caso, se recoge junto a la cama (cascarilla de arroz, aserrín, etc.) y lo que se obtiene es estiércol sólido (abono orgánico); mientras que, si se hace mediante lavado, lo que se obtendrá es un residuo líquido denominado purín.

4.5. 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 o cascarilla de arroz) 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 avícolas 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.

Generalmente la gallinaza se vende a productores agrícolas (hortalizas, maíz, caña de azúcar, entre otros usos), en cada cosecha (7 semanas), se obtiene de un 35 % a 45 % del total de la cama de cada galpón; antes de iniciar un nuevo lote se agrega cama nueva para compensar lo que se ha sacado; y cada 6 meses se le extrae a cada galpón la totalidad de la cama para iniciar el siguiente lote con cama totalmente nueva.

El proceso de extracción es manual, usualmente el cliente lleva su grupo de personal para este proceso (5 a 7 personas) para hacer el levantado, envasado y carga a camiones; el levantado se hace con palas y se envasa en sacos de polietileno (costales), a mano, el peso oscila entre 90 a 120 libras por saco dependiendo de la cantidad de humedad que presente la gallinaza; al tener la cantidad de sacos llenos que el cliente ha comprado, se procede con el ingreso a la granja del camión y su carga.

Es importante mencionar que, por bioseguridad, el camión no puede permanecer dentro de la granja durante todo el tiempo que demore el proceso

descrito anteriormente, únicamente puede ingresar hasta el momento de la carga.

4.5.1. Compostaje

El compostaje es lo que se produce cuando los materiales de origen vegetal y/o animal se biodegradan o se pudren por la acción de millones de bacterias, hongos y otros microorganismos. Estos materiales de origen animal o vegetal se llaman orgánicos.

Para la realización del compostaje, la granja cuenta con un área de 8 cajones de 2 x 3 x 3,50 m cada uno, para la elaboración de compostas; están contruidos con piso de cemento y una canaleta para recolectar los posibles lixiviados (líquidos que se forman como resultado de pasar o percolarse a través de un sólido) producidos durante el proceso de compostaje, los muros son de tabique y están aplanados con cemento, el techo es de lámina galvanizada y se cuenta con una fuente de agua.

Para la elaboración de la composta se utiliza un producto a base de bacterias y enzimas *Compost-Aid*, a razón de 2 gramos por kilogramo de mortalidad, diluido en agua; la composta se inicia colocando una capa de material vegetal seco (cascarilla de arroz) de 15 cm de alto; se coloca una capa de gallinaza de 10 cm de alto y en seguida se coloca la mortalidad dispuesta, se asperja a la mortalidad con la solución preparada; se coloca otra capa de gallinaza, otra capa de mortalidad asperjada, otra capa de gallinaza y así sucesivamente hasta llegar al final de la semana; para las semanas siguientes se hace el mismo proceso en el siguiente cajón y luego el siguiente hasta terminar la parvada; la idea es usar un cajón por semana.

El proceso de compostaje dura de 30 a 35 días durante los cuales se registra la temperatura diariamente durante la semana 1 y a partir de la semana 2, cada tres días; la temperatura debe alcanzar unos 65°C al día 3, de ahí se inicia un descenso de la temperatura, al día 14 es de 57°C, al día 23 ya es más baja de 34°C y al completarse el proceso, día 30 ya es de 28°C; en este momento se puede vender también como un fertilizante orgánico.

4.5.2. Usos

- Como complemento de alimento para el ganado: en la composición química de la gallinaza influyen diversos factores como, la composición de la dieta, edad y estado fisiológico de las aves. Por lo tanto, el valor nutritivo de estos residuos es mayor que el de heces de otros animales, ya que son especialmente ricos en proteínas y minerales; además, el alto contenido en fibra de las camas y nitrógeno no proteico (NNP) de las heces de aves, lo convierten en un suplemento alimenticio para los rumiantes, que son considerados los más indicados para su consumo. Según los expertos en la crianza de ganado, las mejores ganancias de peso se han encontrado al mezclar hasta un 25 % de gallinaza con el alimento que representa la dieta en rumiantes como las vacas; el contenido de cenizas del producto no ocasiona efectos laxantes en los bovinos, ya que el porcentaje es menor al máximo permitido.
- Al utilizar este producto en la alimentación de bovinos, existe una reutilización de un residuo, lo que disminuye el consumo de materias primas y los impactos ambientales que acarrea su producción.

- Como abono orgánico: es un producto sólido obtenido a partir de la estabilización de residuos de animales, vegetales o su mezcla que contiene porcentajes mínimos de materia orgánica expresada como carbono orgánico oxidable total.

4.5.3. Producción de energía

Este es un sistema novedoso y poco utilizado en la avicultura de Guatemala, para el tratamiento de la gallinaza en explotaciones de aves en jaula. Tiene grandes ventajas:

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

La descomposición de la gallinaza en biodigestores desprende biogás, que es un producto compuesto de metano y el resto de dióxido de carbono. El biogás puede ser aprovechado como biocombustible ya que su poder calorífico oscila entre 5 000 y 6 000 Kcal. /m³ en función del contenido de metano.

La implementación de este proceso se detalla más adelante, en el punto 4.8.

4.6. Mortalidades

Se producen diariamente en la industria avícola y existen diferentes métodos para tratarlas: incineración o 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 debe realizar, principalmente, empleando el proceso detallado en el punto 4.5.1: el compostaje, proceso que es ambientalmente aceptado, con el cual se obtiene un material estabilizado libre de patógenos; que la explotación podrá comercializar con terceros para que lo empleen en otros sistemas productivos.

4.6.1. Compostaje

Es una alternativa para utilizar la mortalidad y mejorar la bioseguridad de las granjas; además, es una opción práctica y se puede preparar con elementos de bajo costo.

Este proceso, como se mencionó en el punto 4.5.1, se realiza en un área delimitada de la granja, dispuesta con cajones adecuados donde el tamaño dependerá de la capacidad de la granja.

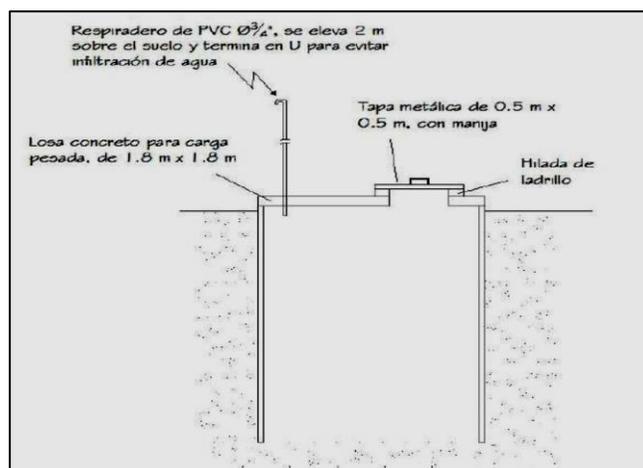
Este proceso consiste en degradar la mortalidad, mediante la acción de bacterias. El resultado del proceso es un material heterogéneo, biológicamente estable, libre de malos olores y patógenos y con una apariencia organoléptica diferente a la del material inicial.

4.6.2. Fosa

Si la granja no cuenta con el sistema de compostaje para la mortalidad, se debe ejecutar otra técnica que no represente impacto ambiental; se depositan los pollos muertos 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 y buena ventilación; la profundidad debe ser de por lo menos 3 m.

A continuación, en la figura 17 se muestra un ejemplo de una fosa para mortalidad que puede emplearse en una granja con una población media de 100 000 pollos y una mortalidad promedio del 5 %. Se deben construir por lo menos 3 fosas de estas características, ya que el proceso de descomposición dura de 35 a 50 días, antes de poder vaciarlas y poder reutilizarlas.

Figura 17. Fosa para la disposición de mortalidad



Fuente: elaboración propia.

4.7. Transformación de proteínas en harina para consumo animal

Una vez que los pollos salen de la granja, son transportados a la planta procesadora o productora, en este punto es donde ocurre la matanza y beneficiado de cada pollo; por un lado, sale toda la parte que se aprovecha del pollo y, por otro lado, todo lo que no se utiliza para el consumo humano. La mayoría de estos residuos orgánicos como sangre, vísceras no comestibles, patas, plumas, eran hasta hace poco tratados de forma irracional y eran vertidos en alcantarillas o llevados a basureros, desperdiciando así una valiosa fuente de proteínas y contaminando el ambiente.

Las plumas cuando se van por las tuberías de desagüe ocasionan taponamientos por su sedimentación, originan reacciones químicas que producen sustancias sulfurosas caracterizadas por olores repugnantes. Las vísceras al no ser tratadas pueden ir a las tuberías taponándolas, además, necesitan más tiempo para su descomposición. La sangre al ir por las tuberías de desagüe entra en contacto con el agua y comienza su ciclo de biodegradación: necesita oxígeno que toma del agua y, en consecuencia, la vuelve estéril que acaba con la vida acuática.

Por todo lo expuesto en la parte anterior, se implementarán prácticas o métodos para evitar que estos desperdicios sean un problema y se conviertan en beneficio para la empresa y la comunidad.

4.7.1. Harina de sangre

Se ubica un colector de sangre en el túnel de desangre, la recuperación de esta puede significar una reducción hasta del 42 % de la carga total

contaminante. La coagulación se da de forma natural y se realiza en un sistema continuo.

El proceso inicia con la recolección de la sangre en la planta de producción (dos veces al día) de todos los pollos beneficiados, se traslada a la planta de harinas en donde continúa el proceso al depositar la sangre en un tanque al que se le aplica calor para la coagulación. Una vez coagulada, se hace un prensado con lo cual se puede separar una cierta cantidad de agua, pasada esta etapa se pasa al secado final y luego al centrifugado.

En este sistema, la sangre es coagulada y separada mecánicamente en un decantador centrífugo horizontal donde hasta el 75 % del agua presente es eliminada. La sangre ya deshidratada pasa a un secado final. Dado que se ha ya eliminado $\frac{3}{4}$ partes del contenido en humedad, este secado se realiza en breve tiempo (1 a 3 horas) y el producto final es de elevada calidad y constituye un buen suplemento para la alimentación animal.

4.7.2. Harina de carne y hueso

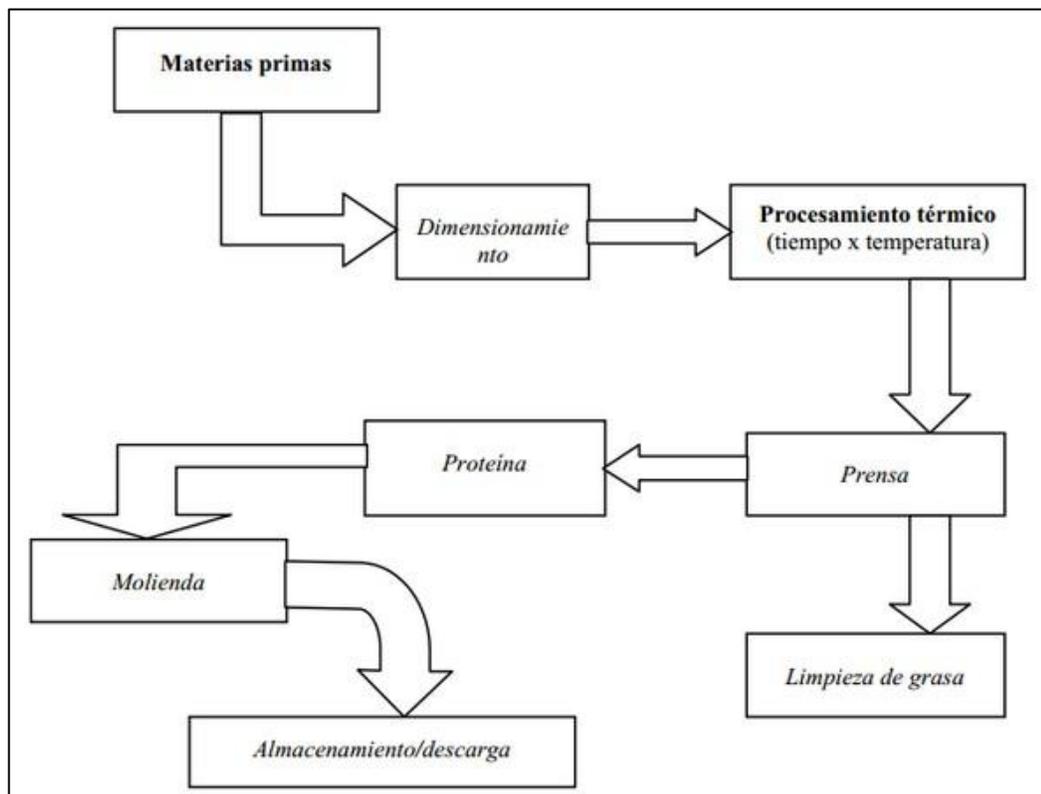
Este residuo proteico y mineral es obtenido de las aves de descarte (pollos que al finalizar el lote no llegan al peso mínimo requerido para la venta y son sacrificadas), ahogadas durante el trayecto granja-planta productora, o de las plantas de beneficio, después de haber removido la grasa.

Este proceso se realiza también en una planta especializada para harinas y es similar al proceso de la fabricación de la harina de sangre, se debe deshidratar el producto antes de la trituration para la obtención de la harina.

Los trozos grandes de carne y huesos, se deben retener mediante el uso de rejillas en los depósitos de cocción, ya que es necesario triturarlos antes de mezclarlos con el resto de productos para producir harinas. Carne y huesos son sometidos a cocción, después son prensados y extruidos para extraerles la grasa y humedad para luego obtener la harina.

A continuación, en la figura 18 se muestra el diagrama general del proceso de fabricación de harina de carne y huesos.

Figura 18. **Proceso de fabricación de harina de carne y huesos**



Fuente: elaboración propia.

4.7.3. Harina de residuos

Con la producción de 30 000 pollos al día y con la referencia de solo el 0,05 % de esta cantidad, se tendrían 15 pollos muertos por día, de los cuales se obtienen gran cantidad de residuos: plumas, sangre, vísceras, patas y cabezas. Estos desechos no pueden ser arrojados deliberadamente en los alrededores de la granja debido a que causarían graves inconvenientes al ambiente por el gran volumen producido por día. La solución es contar con una planta de tratamiento de residuos y que, de acuerdo a las normas ambientales en Guatemala, cada empresa debe tener a disposición.

En este caso se refiere a los siguientes residuos: las vísceras junto con las patas, cabezas e inclusive piel, las cuales son transportadas hasta la planta de tratamiento. Primero, el efluente (aguas servidas con residuos sólidos y sangre) pasa por una zaranda estática que retiene los sólidos y deja pasar el líquido. El efluente y la sangre se recuperan y destinan para la harina de sangre (proceso que se expuso en el punto 4.7.1), el resto de residuos como las vísceras, cabezas etc., se introducen luego en los tanques de cocción (digestor). En el digestor de vísceras se procesan las vísceras, patas/cabezas y pollos muertos. Se cocinan por dos horas hasta la temperatura de 114 °C.

Los digestores tienen unas paletas interiores giratorias cuyo objetivo es mezclar y reducir de tamaño las vísceras. Las vísceras cocinadas se depositan en una artesa, donde se filtra el aceite, que va a un tanque colector de aceite. Con una producción de 30 000 pollos/día se obtienen unos 1 300 kg de harina de residuos/día y 900 litros de aceite/día. A continuación, en la figura 19 se muestra un ejemplo de digestor y en la figura 20 se expone el proceso de elaboración de la harina de residuos y vísceras.

Figura 19. **Tanque de cocción (digestor)**



Fuente: *Tanque de cocción*. <https://www.engormix.com/avicultura/biodigestor-planta-biogas>.
Consulta: 12 de diciembre de 2016.

Figura 20. **Proceso de elaboración de harina de residuos**



Fuente: elaboración propia.

4.7.4. Harina de plumas

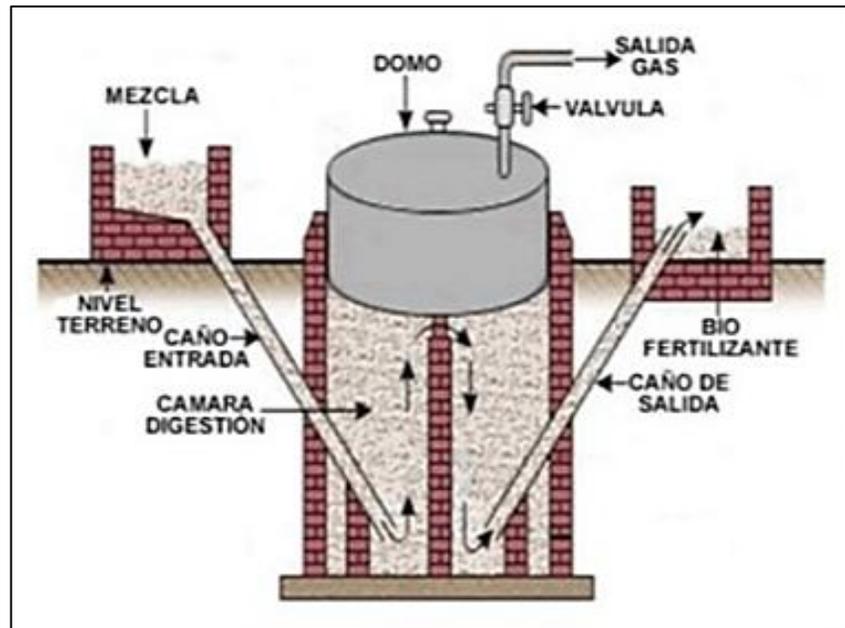
Para que las plumas puedan ser usadas en alimentación animal, deben ser sometidas antes a un proceso de hidrólisis (descomposición de sustancias orgánicas e inorgánicas complejas en otras más sencillas por acción del agua). El método usado por excelencia para este proceso es el método térmico con alta presión, en el cual las plumas son sometidas a temperaturas de 150°C a 160°C hasta por 60 minutos y con una presión alta (50 psi), mezclándose en el digestor; se obtiene, finalmente, una harina de plumas con un alto nivel de proteína bruta; las plumas son procedentes de mataderos, libres de aditivos y/o aceleradores.

4.8. Biodigestor

Un digestor biológico o biodigestor, en su forma más simple, es un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita materia orgánica: desechos vegetales y frutales (excluyendo a los cítricos ya que acidifican el medio), excremento de aves, rumiantes o humanos, en determinada dilución con agua; esta mezcla mediante la fermentación anaerobia por acción de microorganismos es degradada que da como producto gas metano (biogás) y un subproducto líquido (bioabono) que puede ser utilizado como fertilizante ya que es rico en nitrógeno, fósforo y potasio.

A continuación, en la figura 21 se presenta un ejemplo de un digestor, en la tabla XVI se presenta la producción de estiércol acorde al tipo de algunos animales, por día.

Figura 21. Ejemplo de construcción de biodigestor



Fuente: *Tipos de digestores*. <https://www.biogasenlaregion.jimdo.com>. Consulta: 6 de abril de 2017.

Tabla XVI. Producción animal de estiércol por día

Especie animal	Cantidad de excretas por día (kg)	Rendimiento de biogás Lt /Kg.	TOTAL (Lt Biogás)
Ganado	10,5	60	600
Cerdo	2,5	78	195
Aves	0,2	62	12,4

Fuente: elaboración propia.

A continuación, en la tabla XVII se presentan las temperaturas para la producción de biogás con respecto al tiempo de retención en el biodigestor.

Tabla XVII. **Temperaturas para la producción de biogás**

Temperatura (°C)	Tiempo de retención (días)
35°	17
30°	20
25°	25
18°	35
15°	55

Fuente: elaboración propia.

Para el funcionamiento correcto del biodigestor se debe asegurar que la proporción o relación de agua y excretas sea la adecuada; por ejemplo, para la producción de biogás a partir de excretas de pollos de engorde, la relación a utilizar es 1:3, es decir, el biodigestor se carga hasta obtener un 75 % de su volumen con 3 partes de agua más 1 de excretas.

A continuación, se describen los puntos importantes a tomar en cuenta para la construcción de un biodigestor de características similares al que se muestra en la figura 17.

- **Materiales:** se especifican los materiales necesarios para construir un biodigestor de 9 m³ de capacidad, en una fosa de 10 m de longitud por 1.1 m de ancho arriba y 0,9 m de ancho en el fondo con profundidad de 1 m, el desnivel, no debe ser mayor a 5 cm de caída por cada metro de largo.
 - Cemento y ladrillos para construir las dos cajas que van en los extremos del biodigestor, estas deben de ir separadas de la fosa por un muro de 20 centímetros de ancho, las medidas de ambas

cajas son de 1 m x 1 m x 1 m. La caja de salida regula los niveles de líquido que se deben mantener dentro del biodigestor.

- Un plástico tubular impermeable calibre 8 para invernadero de 1,25 m de diámetro y 24 m de largo. Se extiende sobre una superficie limpia y se dobla a la mitad y se corta en dos partes iguales; luego, se mete un plástico entre el otro para evitar que queden arrugas y en cada extremo se dibuja una línea de 1 m que sirve de guía para amarrar los tubos que salen de las cajas.
- Para la salida del gas (parte central y superior de la bolsa del biodigestor), se hace una ranura de 1,9 cm; se necesitan un conector macho y uno hembra de 1 pulgada de diámetro, dos arandelas de 20 cm de diámetro con un agujero central de una pulgada, dos arandelas de aluminio de 19 mm de diámetro y una manguera de polipropileno de 1 pulgada.

4.9. Análisis financiero

En la teoría del análisis se hace la identificación de las actividades, la identificación de las consecuencias predecibles de cada actividad, la asignación de valores a cada consecuencia, reducción de todos estos valores a un común denominador (normalmente económicos), la suma de todos los valores para obtener un valor neto; si se obtiene un valor positivo neto entonces se podrá concluir que el proyecto genera un bienestar económico para la empresa, en caso contrario, el proyecto no es viable y se debe rechazar.

Se entrevistó al gerente financiero para determinar el monto de la inversión inicial para una planta de producción de biogás con una capacidad de

10 m³; se determinó que el monto inicial es de Q. 75 000,00 para 5 años, para lo cual se realizó el análisis para determinar la factibilidad de la propuesta.

Ingresos: los ingresos esperados se toman del pronóstico de ingresos anuales el cual se determina por: Q. 300 000, dato proporcionado por la empresa.

- Costos
 - Inversión inicial = Q 75 000
 - Costos anuales= Q 135 000

La tasa de actualización, mejor conocida como TREMA es uno de los elementos esenciales para la evaluación financiera de un proyecto de inversión, es decir, para calcular la VAN, TIR y B/C se requieren de todos los ingresos, egresos y la TREMA; para determinar la TREMA se consideran las siguientes dos opciones: un índice inflacionario más una prima (por decirlo así: un premio) por incurrir en el riesgo de invertir el dinero en el proyecto:

$$\text{TREMA} = \text{índice inflacionario (inflación) } 5 \% + \text{prima de riesgo } 5 \%$$
$$\text{TREMA} = 10 \%$$

Flujo de efectivo: estado de cuenta que refleja cuánto efectivo conserva alguien después de los gastos, los intereses y el pago al capital. Es la expresión que en el ámbito contable se conoce como estado de flujo de efectivo, por lo tanto, es un parámetro de tipo contable que ofrece información en relación a los movimientos que se han realizado en un determinado periodo, en este caso nos ayudará a entender si el proyecto presentado generara suficientes entradas de dinero para que sea funcional y poder replicarlo en otras unidades de

producción; se calcula restando las entradas y salidas de efectivo que representan las actividades operativas de la empresa.

En términos contables el flujo de caja es la diferencia en la cantidad de efectivo disponible al comienzo de un período (saldo inicial) y el importe al final de ese período (saldo final). A continuación, en la tabla XVIII se presenta el cálculo del flujo de efectivo para un periodo de 5 años.

Tabla XVIII. **Flujo de efectivo**

	1	2	3	4	5
VENTAS	300 000,00	300 000,00	300 000,00	300 000,00	300 000,00
Total de ingresos	300 000,00	300 000,00	300 000,00	300 000,00	300 000,00
Planilla	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00
Materia prima					
Tinta	12 000,00	12 000,00	12 000,00	12 000,00	12 000,00
Papel	13 000,00	13 000,00	13 000,00	13 000,00	13 000,00
Solvente	11 000,00	11 000,00	11 000,00	11 000,00	11 000,00
Empaque	19 000,00	19 000,00	19 000,00	19 000,00	19 000,00
Mantenimiento	20 000,00	20 000,00	20 000,00	20 000,00	20 000,00
Total de egresos	135 000,00	135 000,00	135 000,00	135 000,00	135 000,00
Flujo de efectivo	165 000,00	165 000,00	165 000,00	165 000,00	165 000,00

Fuente: elaboración propia.

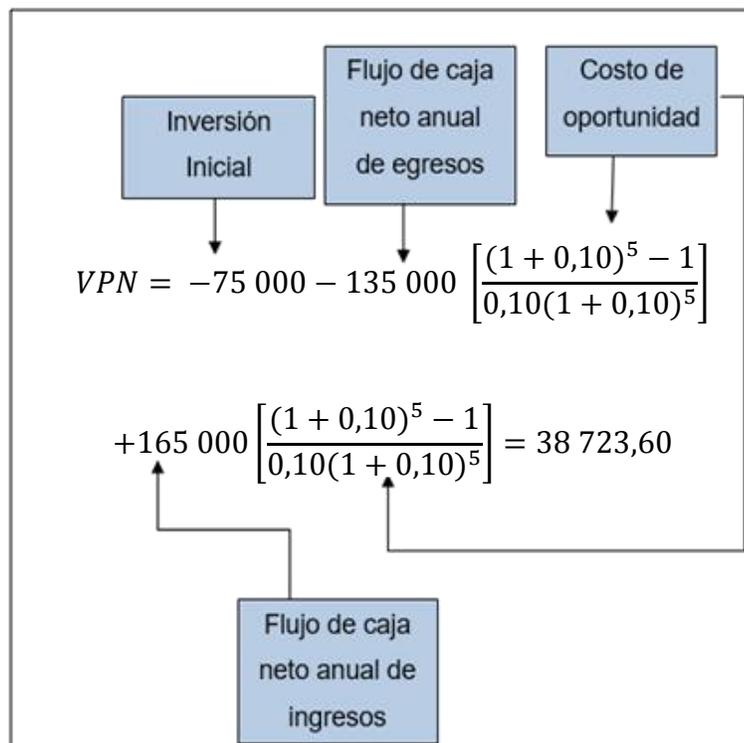
Valor presente neto (VPN): es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El valor presente neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: maximizar la inversión. El valor presente neto permite también, determinar si dicha inversión puede incrementar o reducir el capital en una empresa. Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual. Si es

positivo significará que el capital de la empresa tendrá un incremento equivalente al monto del valor presente neto. Si es negativo quiere decir que la empresa reducirá su riqueza en el valor que arroje el VPN. Si el resultado del VPN es cero, la empresa no modificará el monto de su valor.

Es importante tener en cuenta que el valor del VPN depende de las siguientes variables: la inversión inicial previa, las inversiones durante la operación, los flujos netos de efectivo, la tasa de descuento y el número de periodos que dure el proyecto.

A continuación, en la figura 22 se presenta el cálculo del valor presente neto de la propuesta de mejora, así mismo, se calculará con una TREMA del 35 % para determinar posteriormente la tasa interna de retorno.

Figura 22. **Cálculo de valor presente neto**



Continuación de la figura 22.

$$\begin{aligned} VPN &= -75\,000 - 135\,000 \left[\frac{(1 + 0,35)^5 - 1}{0,35(1 + 0,35)^5} \right] \\ &+ 165\,000 \left[\frac{(1 + 0,35)^5 - 1}{0,35(1 + 0,35)^5} \right] = -8\,401,16 \end{aligned}$$

Fuente: elaboración propia.

Tasa interna de retorno: o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión es la media geométrica de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, y que implica por cierto el supuesto de una oportunidad para reinvertir. En términos simples, diversos autores la conceptualizan como la tasa de descuento con la que el valor actual neto o valor presente neto (VPN) es igual a cero.

La TIR es una herramienta de toma de decisiones de inversión utilizada para conocer la factibilidad de diferentes opciones de inversión. El criterio general para saber si es conveniente realizar o no, un proyecto, es el siguiente:

- Si $TIR \geq r$, Se aceptará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad mayor que la rentabilidad mínima requerida (el coste de oportunidad).
- Si $TIR < r$, Se rechazará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad menor que la rentabilidad mínima requerida.

Donde: r , representa el costo de oportunidad.

A continuación, en la figura 23 se presenta el cálculo de la TIR para el caso del estudio.

Figura 23. **Cálculo de la tasa interna de retorno**

$$TIR = \left[\frac{(tasa\ 1 - tasa\ 2) (0 - VPN(-))}{(VPN\ +) - (VPN\ (-))} \right] + tasa\ 2$$
$$TIR = \left[\frac{(0,10 - 0,35) (0 - 8\ 401,16)}{(38\ 723,60) - (8\ 401,16)} \right] + 0,35$$
$$TIR = 0,069 + 0,35 = 0,419 = 42\ \%$$

Fuente: elaboración propia.

Del resultado del cálculo de la figura 23, se puede concluir que proyecto debe ser aceptado por producir una rentabilidad mayor a la mínima aceptada: 10 %.

Beneficio costo: para determinar la relación beneficio costo del proyecto se deben relacionar los ingresos y egresos totales con el valor actual, indicando esta relación rentabilidad, siempre y cuando sea mayor que la unidad, debido a que significa que los ingresos están excediendo los costos.

En la figura 24 se muestra el cálculo del beneficio costo del proyecto.

Figura 24. **Cálculo de beneficio costo**

$$\begin{aligned} \text{B/C} &= \text{ingresos actualizados} / \text{egresos actualizados} \\ \text{B/C} &= 165\,000 / 135\,000 \\ \text{B/C} &= 1,22 \end{aligned}$$

Fuente: elaboración propia.

BC = 1,22 como se mencionó antes, si el resultado es mayor que uno habrá beneficio considerable, en el caso de estudio; es decir, por cada quetzal invertido, se obtendrá una ganancia de 22 %; por lo tanto, el proyecto es factible.

5. SEGUIMIENTO

5.1. Medidas de prevención de riesgos

Las medidas de prevención de riesgos obligan a la utilización de señalización para prevenir accidentes, también, evitar que las personas ajenas al proyecto ingresen al área de operación ante lo cual pueden sufrir algún accidente.

5.1.1. Señalización

Será obligatorio rotular las salidas de emergencia cuando se tengan dos (2) o más salidas de emergencia. Esta rotulación deberá contar con una iluminación interna o externa por medio de un mínimo de dos lámparas o focos. La energía de uno de los focos será de la fuente principal de energía y la energía del segundo foco será proporcionada por baterías o por un generador de energía de emergencia.

Las señales que se localizarán en la pared deberán ser construidas de metal o de otro material aprobado que sea no combustible; la señal fijada a la pared exterior de mampostería de hormigón o piedra debe estar asegurada y bien conectada por medio de anclajes metálicos, pernos o tornillos de expansión; no podrán utilizarse paredes de madera, tabla yeso o fibrocemento para fijar señales de información de emergencia.

No se debe instalar señales en el techo ni colgando. La instalación de señales portátiles se acepta con fines temporales o configuraciones de

estructura que provean estabilidad de duración en la instalación; pero éstas no podrán fijarse al suelo por medio de anclajes permanentes.

- Señalización de salida de emergencia: señal de carácter informativo que se utiliza para indicar todas las salidas posibles en casos de una emergencia, instalada en lugares visibles, o inmediatamente adyacente a una puerta de salida que conduzca a una zona de seguridad. Esta señal trabaja íntimamente relacionada con las siguientes señales: vía de evacuación derecha, vía de evacuación izquierda, salida superior y salida inferior. Se instalará en el módulo de oficina y baños de la granja.
- Señalización de vía de evacuación derecha/izquierda: señal de carácter informativo, una flecha direccional, que en este caso particular indica una vía de evacuación o escape hacia la derecha/izquierda. Instalación: se debe instalar en los muros de las edificaciones; esta señal trabaja en íntima relación con la señal de salida de emergencia, ya que tiene como propósito orientar la evacuación hacia la derecha; terminada la orientación hacia la derecha, se encontrará una vía de evacuación. Será instalada en el módulo de apoyo de la granja.
- Punto de reunión: localización externa de un inmueble, identificada para reunir al personal que desaloja las instalaciones de manera preventiva y ordenada, posterior a una evacuación. Instalación: en lugares visibles: patios, estacionamientos o cualquier zona que no represente riesgo. Se instalará en el área de parqueo externo de la granja.
- Señalización de empujar para abrir: señal de carácter informativo que indica el sentido de apertura de una puerta. Instalación: en lugares visibles: puertas de simple o doble efecto, doble puerta de simple o doble

efecto, etc. La señal se instalará directamente sobre cada puerta tanto en el módulo de apoyo y oficinas como en los galpones, con el objetivo de homogenizar la rotulación de todas las salidas.

- Señalización de romper para tener acceso en caso de emergencia: señal de carácter informativo que indica romper para tener acceso, para lo cual es necesario considerar su ubicación donde es necesario romper un panel de vidrio para acceder a una llave u otro medio de aperturas, y donde es necesario romper para abrir un panel con elementos de lucha contra el fuego o crear una vía de evacuación. Instalación: directamente en panel de vidrio, esta señal se colocará en las áreas de almacenamiento de gas LP y combustible diésel de la generadora de emergencia.
- Señalización de no correr en los pasillos: se utiliza para indicar la prohibición de correr en ambos sentidos en los pasillos, tanto para trabajadores como para visitas; se aplica en situaciones habituales como en los casos de emergencia. Instalación: en las entradas y salidas del área de duchas y oficina.
- Señalización sobre la localización del extintor: se utiliza para informar la ubicación de un extintor. Esta señal deberá instalarse tantas veces como extintores existan en el edificio. Instalación: la señal será instalada en muros u otros elementos en los cuales se encuentre el extintor, ya que pueden estar fijados en muros, en nichos o directamente en el piso. Estas existen actualmente, sin embargo, se instalarán nuevas ya que las existentes se encuentran deterioradas en un 75 %.

A continuación, en la figura 25, se presentan gráficamente algunas de las señalizaciones que serán utilizadas en el proyecto.

Figura 25. **Señales de ruta de evacuación**

SEÑAL	SIGNIFICADO
	RUTA DE EVACUACIÓN
	
	
	
	
	
	

Continuación de la figura 25.

SEÑAL	SIGNIFICADO
	
	RUTA DE EVACUACIÓN PARA PERSONAS CON CAPACIDADES ESPECIALES
	
	
	
	
	
	

Continuación de la figura 25.

	SALIDA DE EMERGENCIA
	SALIDA DE EMERGENCIA
	PRIMEROS AUXILIOS
	
	
	DUCHA DE EMERGENCIA
	LAVA OJOS DE EMERGENCIA
	SEÑALIZACIÓN DE ZONA SEGURA

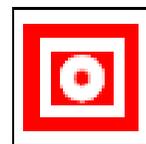
Continuación de la figura 25.

	PUNTO DE REUNIÓN
	ÁREA SUCIA O CONTAMINADA
	ÁREA LIMPIA DE CONTAMINANTES
	CUIDADO AL BAJAR
	EMPUJAR PARA ABRIR
	TIRAR PARA ABRIR
	ROMPER PARA TENER ACCESO EN CASO DE EMERGENCIA
	TELÉFONO DE EMERGENCIA

Continuación de la figura 25.

	NO CORRA POR LAS ESCALERAS
	NO USE EL ASCENSOR EN CASO DE CORTE DE ENERGÍA O INCENDIO
	NO CORRER EN LOS PASILLOS
	INGRESAR SOLO PERSONAS AUTORIZADAS
	NO OBSTRUIR PASILLOS
	VÍA SIN SALIDA
	NO APAGUE EL FUEGO CON AGUA
	LOCALIZACIÓN DEL EXTINTOR

Continuación de la figura 25.

	<p>RED HÚMEDA</p>
	<p>RED SECA</p>
	<p>ALARMA DE INCENDIO</p>
	<p>CONJUNTO DE EQUIPOS CONTRA FUEGO</p>
	<p>PUERTA CORTA FUEGO</p>
	<p>RED ELÉCTRICA INERTE</p>
	<p>ACTIVACIÓN MANUAL DE LA ALARMA</p>
	<p>ROTULACIÓN DE LA CARGA DE OCUPACIÓN MÁXIMA</p>

Fuente: CONRED. *Norma de reducción de desastres número do-NRD2*. p. 28.

5.1.2. Equipo de protección personal

Todas las personas, sin excepción alguna, deberán acatar las normas internas de trabajo, según lo establecido en el manual interno de de seguridad e higiene de la granja (ver anexo I). La sanción dependerá del tipo de falta cometida o bien al número de veces de su repetición. Se debe llevar un registro por cada trabajador de las faltas cometidas, lo cual influirá al momento de un ascenso de puesto o de salario.

La persona que no haga uso del equipo de protección personal, que haga caso omiso de las señales de advertencia, obligación, prohibición o cualquier otro medio, cuyo fin sea el de salvaguardar su integridad física o bien que ponga en peligro la producción e instalaciones, será sancionada. La primera vez el supervisor de granja le llamará la atención de forma verbal; la segunda vez le extenderá una llamada de atención por escrito que se adjuntará a su historial y, si hay una tercera vez, se procederá al despido justificado del colaborador.

A continuación, en la tabla XIX se presenta una hoja de control de higiene de los trabajadores, diseñada para llevar el control mencionado anteriormente.

Tabla XIX. **Hoja de control de higiene de los trabajadores**

Fecha						
Hora						
Área de inspección						
Nombre del operario	Uso de ropa protectora, guantes gafas, botas	Uso de redecilla y mascarilla	Estado y uso de guantes	Uso de anillos, relojes, pulseras y aretes	Lavado de manos adecuado	Acciones correctivas tomadas y llamadas de atención

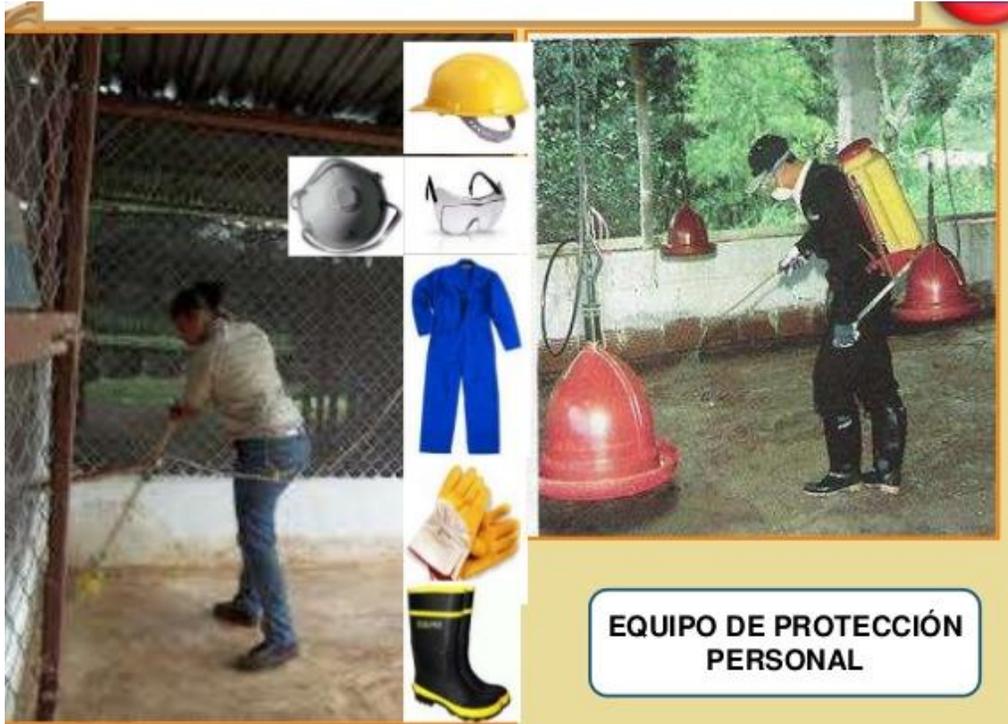
Fuente: elaboración propia.

En la figura 26 se ilustra el antes y después del equipo de protección personal básico para el área de producción en granja.

Figura 26. **Equipo de protección personal**

Antes

Después



Fuente: elaboración propia.

5.1.3. **Análisis de trabajo seguro**

Antes de iniciar cualquier operación se debe realizar un análisis del trabajo seguro para determinar los riesgos y prevenciones para evitar accidentes laborales, así como una contaminación cruzada con las áreas de trabajo; para lograrlo se le dará seguimiento mediante una hoja de verificación y análisis que se presenta, a continuación, en la tabla XX.

Tabla XX. Análisis de trabajo seguro

ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO						
TRABAJO A REALIZAR						
LUGAR			SUPERVISOR			
FECHA	HORA					
PELIGRO		RIESGO		MEDIDA PREVENTIVA		
MATRIZ DE RIESGO						
VALOR DE RIESGO			PROBABILIDAD			
ALTO	6 y 9	CONSECUENCIA	LEVE	BAJA	MEDIA	ALTA
MODERADO	3 y 4		MODERADA	2	4	6
BAJO	1 y 2		SEVERA	3	6	9
PROCEDIMIENTOS ESPECIALES Y PERMISOS REQUERIDOS						
	SI	NO		SI	NO	
Manejo de productos químicos			Otros:			
Manejo de productos alimenticios			a)			
Ingreso a granjas			b)			
Trabajos en campo			c)			
Trabajos en altura			d)			
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) - SISTEMAS /EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA (SPC) El EPP básico (casco, lentes, guantes, botines de cuero con punta de acero), es obligatorio						
ESPECIFICAR EPP			ESPECIFICAR EPP			
OJOS			Otros :			
ROSTRO						
OIDOS			ESPECIFICAR S/SPC			
NASAL			Sistemas de líneas de vida horizontal			
MANOS			Barandas perimetrales			
BRAZOS			Señalización			
PIERNAS			EQUIPOS DE RESPUESTA A EMERGENCIAS			
CUERPO			Extintores			
LÍNEA DE ENGANCHE			Botiquín			
LÍNEA DE VIDA			Camilla rígida			
ARNÉS DE CUERPO ENTERO						
CONSIDERACIONES ADICIONALES						
¿SE REQUIERE ENTRENAMIENTO ESPECIAL?				SI	NO	
ESPECIFIQUE :						
¿LAS CONDICIONES CLIMATICAS PUEDEN AFECTAR EL TRABAJO?				SI	NO	
ESPECIFIQUE :						
PERSONAL		NÚMERO DE DPI		FIRMA		
FIRMA DEL SUPERVISOR			FIRMA DEL EMPLEADO			

Fuente: elaboración propia.

5.2. Capacitaciones

Las actividades de producción y mantenimiento requieren de personas capacitadas en los diferentes equipos, para lo cual es necesario proporcionar un programa de capacitación adecuado al personal con el fin de unificar criterios técnicos del equipo, partes constitutivas y/o repuestos. En la tabla XXI se detalla el plan de capacitaciones para el personal de la granja.

Tabla XXI. **Plan de capacitaciones**

Mantenimiento productivo total		
Duración: 8 horas	Dirigido a: departamento de mantenimiento	Jefe de mantenimiento
Mejores prácticas de manufactura		
Duración: 10 horas	Dirigido: jefes de departamento	Impartido por: INTECAP
Seguridad e higiene industrial		
Duración: 10 horas	Dirigido: jefes de departamento, grupo operativo	Impartido por: INTECAP
Duración: 10 horas	Dirigido: jefes de departamento, grupo operativo	Impartido por: INTECAP
Sistema de sugerencias		
Duración: 4 horas	Dirigido: grupo operativo	Impartido por: INTECAP
Delegación de autoridad y liderazgo		
Duración: 3 horas	Dirigido: jefes de departamento, grupo operativo	Impartido por: INTECAP
Reducción de desperdicio		
Duración: 4 horas	Dirigido: jefes de departamento, grupo operativo	Impartido por: Gerencia

Fuente: elaboración propia.

5.2.1. Evaluación de las capacitaciones

El plan de capacitación está enfocado a todo el personal de la granja y como todo plan inicial, la capacitación estará sujeta a permanente actualización; por lo tanto, se debe contar con las evaluaciones para determinar la efectividad de los temas tratados.

A continuación, en la tabla XXII se presenta el formato para la evaluación y seguimiento de las capacitaciones.

Tabla XXII. Formato de evaluación

FORMATO DE EVALUACIÓN ACTIVIDAD DE CAPACITACIÓN				
Tema _____ Fecha _____ Capacitador _____				
<p>Por favor, conteste en la manera más honesta posible las siguientes preguntas. No es necesario que escriba su nombre. Toda sugerencia adicional que nos aporte se la agradeceremos e intentaremos realizar los mejoramientos pertinentes en las próximas actividades. Por favor, evalúe en la escala 1-5. Tomando como 5 excelente, 4 bueno, 3 regular, 2 malo, 1 deficiente.</p>				
1. UTILIDAD DE LOS CONTENIDOS ABORDADOS EN EL CURSO Importancia y utilidad que han tenido para usted los tema tratados.				
1	2	3	4	5
2. METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL CURSO Respecto a los métodos y estrategias por instructor para impartir el contenido.				
1	2	3	4	5
3. GRADO DE MOTIVACIÓN DEL INSTRUCTOR Nivel de participación y motivación ofrecido por el instructor fue:				
1	2	3	4	5
4. CLARIDAD DE LA EXPOSICIÓN Respecto al lenguaje y ordenado en el curso				
1	2	3	4	5
5. NIVEL DE ASIMILACIÓN Y COMPROMISO PERSONAL CON LOS TEMAS ABORDADOS Evalúese usted mismo en el grado de motivación e interés sobre el curso.				
1	2	3	4	5
6. CALIDAD DEL MATERIAL ENTREGADO				
1	2	3	4	5
7. CALIDAD Y CLARIDAD DE LOS EJEMPLOS ENTREGADOS				
1	2	3	4	5
SUGERENCIAS Y COMENTARIOS				

Fuente: elaboración propia.

5.2.2. Cronograma de trabajo

El plan de capacitación se desarrolla según el siguiente cronograma de trabajo.

Tabla XXIII. Cronograma de trabajo

Tema	2017				
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Mantenimiento productivo total					
Mejores prácticas de manufactura					
Seguridad e higiene industrial					
Sistema de sugerencias					
Delegación de autoridad y liderazgo					
Reducción de desperdicio					

Fuente: elaboración propia.

5.3. Evaluación económica

Se estableció un programa de seguimiento mensual para el monitoreo y toma de decisiones para que el camino de la inversión sea el correcto, en caso contrario, tomar acciones correctivas y poder lograr el objetivo propuesto.

5.3.1. Valor presente neto

En el programa de seguimiento se establecieron parámetros de evaluación los cuales se medirán mensualmente para garantizar la ruta adecuada.

5.3.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno se evaluará bimensualmente para poder determinar el correcto curso del proyecto.

5.3.3. Beneficio-costos

El seguimiento para este punto será trimestral, de tal manera que pueda tomarse alguna acción correctiva en caso se note una baja en el resultado.

5.4. Auditorías

La auditoría es una actividad independiente que se encuentra ubicada dentro de la empresa y está encaminada a la revisión y verificación de procesos, procedimientos y transacciones, con el propósito de alcanzar los objetivos propuestos de la empresa.

5.4.1. Auditorías internas

Se dará seguimiento por medio de auditorías internas, cuya función primordial es servirle a la empresa como un instrumento de control gerencial, con el propósito de que le permita alcanzar sus objetivos.

Dentro de las funciones del departamento de auditoría como control gerencial, están:

- Funciones generales: con el propósito de que la empresa cumpla con sus objetivos, los auditores internos deberán desarrollar las siguientes funciones:
 - Comprobar el cumplimiento del sistema de control interno y de todos aquellos controles que por las características propias de la empresa haya sido necesario establecer, determinando su calidad, eficiencia y fiabilidad, así como comprobar la observancia de los principios generales en que se fundamentan dichos controles.
 - Verificar que la empresa cumpla con las normas internacionales de contabilidad y las normas de información financiera que le sean aplicables.
 - Demostrar la calidad y oportunidad del flujo informativo contable y financiero.
 - Observar el cumplimiento de las funciones, autoridad y responsabilidad, en cada caso en que estén involucrados movimientos de recursos.

- Verificar la calidad, fiabilidad y oportunidad de la información contable financiera que genera la empresa, realizando los respectivos análisis de los indicadores económicos.
- Establecer si la empresa está cumpliendo con la legislación económica financiera vigente en el país.
- Demostrar el cumplimiento de normas, resoluciones, circulares, instrucciones y otras, emitidas tanto internamente como por los niveles superiores de la economía y el Estado.
- Verificar la calidad, eficiencia y confiabilidad de los sistemas de procesamiento electrónico de la información, con énfasis en el aseguramiento de la calidad de su control interno y validación

5.4.2. Auditoría externa

La auditoría externa debe realizarse por parte de una empresa certificada Rain Forest y/o Global Gap para el control de la producción de pollos de engorde.

5.5. Estadísticas

El área en estudio debe realizar semanalmente el análisis del comportamiento de la producción, en este caso se brindará apoyo para realizar las mediciones y el análisis pertinentes, lo que permitirá una mayor rapidez en la toma de decisiones; cabe mencionar que todos estos datos se llevarán por galpón.

5.5.1. **Peso semanal**

El peso semanal se utiliza para determinar el comportamiento de los pollos en etapa uno con el objetivo de identificar si han ganado peso durante los primeros días de vida, esto se deberá hacer por medio de cuadros de control como el que se muestra en la tabla XXIII.

Tabla XXIV. **Peso semanal**

Semana	Gramos	Gramos	Comentarios
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Fuente: elaboración propia.

5.5.2. **Conversión alimenticia**

La conversión alimenticia es una medida de la productividad de un animal, en este caso de aves (pollo); se define como la relación entre el alimento que consume con el peso que gana. En otras palabras, conversión alimenticia, es la división de los factores de kilogramos de alimentos consumidos entre los kilogramos de pollos vivos producidos.

Para dar el seguimiento a la conversión alimenticia se presenta a continuación, la tabla XXIV, en la cual se deberá llevar un control semanal.

Tabla XXV. **Conversión alimenticia**

Semana	Libras de pollos esperadas	Conversión real	Conversión ideal
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Fuente: elaboración propia.

5.5.3. Mortalidad

El porcentaje de mortalidad representa el número total de aves que mueren durante el proceso de crecimiento, para dar el seguimiento a este tema, se presenta a continuación en la tabla XXV.

Tabla XXVI. **Porcentaje de mortalidad**

Semana	Mortalidad	Mortalidad acumulada	% de mortalidad	% de mortalidad acumulada
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

Fuente: elaboración propia.

5.6. Manejo de desechos

Dar tratamiento sanitario a la gallinaza; para evitar que estos productos se conviertan en diseminadores de enfermedades, debe recogerse y apilarse el excremento ligeramente humedecido y cubrirse con un plástico negro, para que la temperatura suba a 56 °C, durante 48-76 horas y los gérmenes se mueran.

También, se le puede dar tratamiento químico con ácido acético al 2 % y el hipoclorito de sodio al 0,2 % con el uso de una bomba de aspersión.

Se dará seguimiento a este tema por medio de visitas de verificación de procesos, quincenalmente.

5.6.1. Sólidos

El compostaje es lo que se produce cuando los materiales de origen vegetal o animal se biodegradan o se pudren por la acción de millones de bacterias, hongos y otros microorganismos; por lo cual se proporcionará seguimiento y apoyo para la correcta disposición de los sólidos.

5.6.2. Líquidos

Todas las aguas residuales deben ser enviadas al biodigestor en conjunto con parte de los desechos sólidos para su proceso y purificación del agua y su reutilización para tener el resultado deseado se dará seguimiento y apoyo necesario.

5.6.3. Bioinfecciosos

Las medidas de bioseguridad, también, se deberán aplicar al personal de granja, se dará seguimiento para que se cumplan medidas como:

- No trabajar en otras granjas: pues se hace propicio el traslado de microorganismos.
- Evitar que el personal enfermo realice labores diarias: el personal debe trabajar con buena salud para evitar secreciones (nasales u orales) dentro de las instalaciones.
- Evitar el ingreso de comida a la granja: el lugar para ingerir alimentos será únicamente el comedor.

5.7. Medidas de seguridad

El seguimiento a lo referente a las medidas de seguridad se hará por parte del médico veterinario de la empresa, en conjunto, con el supervisor de granja y mi persona.

5.7.1. Bioseguridad

Para las medidas de bioseguridad se deben seguir los lineamientos que proporciona el *Instructivo de aplicación de medidas de bioseguridad en producción avícola-MAGA*.

- Ubicación de la granja: la granja debe estar ubicada idealmente a 2 o más kilómetros de distancia de viviendas, otras explotaciones avícolas, rastros, centros de acopio, carreteras, basureros u otras fuentes de infección para las aves, de manera que se evite el riesgo de contagio de las enfermedades.
- Barreras naturales: es recomendable que no existan árboles frutales alrededor de la granja, debido a que se constituyen en un lugar de estancia de aves silvestres, portadoras de enfermedades.
- Debe colocarse una cerca perimetral alrededor de la granja que delimite el espacio para impedir que personas o animales ingresen. La cerca perimetral puede ser de malla o muro, pero no se recomienda que sea de alambre espigado.

- La granja debe tener un rótulo con su nombre en un lugar visible de la entrada y otro rótulo con la frase 'ALTO, Se prohíbe el ingreso a personal ajeno a la granja' o 'ALTO, desinfección obligatoria'.
- Área para oficina y comedor: esta área para el personal debe estar en la entrada de la granja, alejados de las aves en producción. Esta se denomina área gris.
- Servicio sanitario: debe ubicarse al ingreso de la granja, en el área gris, lejos de los galpones. Las personas deben bañarse por completo con agua y jabón; la ropa (ropa de afuera) deberá dejarla antes de entrar a bañarse; después del baño se vestirán con ropa limpia (ropa de adentro) que se usa únicamente para trabajar dentro de la granja.
- Pediluvios con desinfectante: se debe colocar un pediluvio con desinfectante en la entrada de cada galpón, para desinfectarse las botas a la entrada y la salida. El pediluvio debe lavarse todos los días antes de aplicar el desinfectante. Existen varios tipos de desinfectantes para utilizar. En la figura 27 se ilustra un ejemplo de pediluvio con desinfectante.

Figura 27. **Pediluvios con desinfectante**



Fuente: Arbor Acres. *Manual para el manejo de pollo de engorde*. p. 32.

5.7.2. Sistemas de bebederos

El agua debe ser potable o tratada, y estar almacenada en tanques o recipientes limpios para evitar su contaminación; se dará seguimiento a la limpieza periódica de los tanques; se estableció una vez cada finalización de lote.

5.7.3. Manejo de piensos

A los pollos se les debe dar una alimentación balanceada, bien sea que las aves están confinadas en el interior o se les permite salir al aire libre. La mayoría de las raciones contienen maíz para brindar energía, harina de soja para proteínas, vitaminas y suplementos minerales. El seguimiento para este tema deberá ser semanal por parte del encargado de granja.

5.7.4. Control del medio ambiente

Para este punto se tienen varios factores; lo más importante es el seguimiento para hacer cumplir el control necesario por medio de visitas y revisiones mensuales.

- Un techo con un buen aislamiento reduce la penetración del calor del sol en el alojamiento en los días calurosos; disminuye el estrés calórico en las aves; se deberá revisar el estado físico del techo y su material aislante.
- Una estimulación correcta de la actividad durante los primeros tres a siete días de vida es necesaria para un nivel de consumo de alimentos óptimo y un buen desarrollo del sistema digestivo e inmunológico; este punto será verificado por el encargado de granja.
- La distribución uniforme de la luz en todo el alojamiento es esencial. Se recomienda usar 25 lux a la altura del pollo durante la primera semana de crianza para estimular la ganancia de peso temprana. Para un rendimiento óptimo, la intensidad de la luz a nivel del suelo no deberá variar más de un 20 %. Después de los siete días de edad, la intensidad de la luz debe disminuir gradualmente a 5-10 lux; el supervisor de granja y el encargado serán los responsables directos de este punto; las visitas serán cada inicio de lote.

CONCLUSIONES

1. Los métodos para el control del índice de mortalidad en las granjas avícolas son: mantener la temperatura correcta en el galpón al momento de la recepción del pollo, etapa de vida uno; mantener la conversión alimenticia de los pollos durante toda su vida y garantizar el confort ambiental durante toda la vida de los pollos. Se logró una reducción de un 1 % con las medidas implementadas en el estudio, lo cual representa para la granja, ofrecer a sus clientes más pollos saludables y listos para su consumo.
2. Al hacer el análisis financiero de la propuesta se comprobó que es factible la realización del proyecto.
3. Se establecieron mejoras y quedaron por escrito todas las medidas de bioseguridad para garantizar la inocuidad en el proceso de crianza de pollo de engorde.
4. Se identificó y preparó un programa con las capacitaciones necesarias para el personal de producción de pollo de engorde para la granja en estudio con la finalidad de mejorar aún más los índices de mortalidad y producción.
5. Para la buena crianza de pollo, las instalaciones deben estar limpias, libres de enfermedades; el personal debe conocer de las buenas prácticas de manufactura (tema abarcado en el programa de capacitación) y sobre la crianza de los pollos; contar con una

alimentación balanceada, rica en vitaminas y nutrientes, además, una supervisión constante por parte del médico veterinario para el control de sus vacunas y evitar enfermedades.

6. Según la comparación de los lotes en cuanto a su comportamiento apoyado por graficas comparativas, se determinó el beneficio en la reducción de mortalidad y ganancia de peso de los pollos; en consecuencia, la granja ofrece a sus clientes, pollos con mayor peso, saludables e inocuos de cualquier contaminación patógena.

RECOMENDACIONES

1. En la actualidad, las granjas deben tener tecnología y procedimientos modernos que permita minimizar situaciones de emergencia. Es indispensable disponer de un plan de contingencias para ser activado de manera oportuna y eficiente y evitar o minimizar los daños al medio físico, al ambiente y al ser humano.
2. Contar con la supervisión constante del programa de vacunación de los pollos para que no adquieran ninguna enfermedad.
3. Debe existir un suministro suficiente de agua de bebida que garantice que todas las aves cubran su necesidad de consumo diario. El agua usada en la granja, como agua de bebida debe tener un control microbiológico y químico, con un protocolo que garantice la eficacia de cloración o de cualquier otro sistema que asegure, en todo momento, una calidad bacteriológica satisfactoria que prevenga la presencia de Salmonella.
4. Poner mayor atención en la recepción de los pollos (etapa de vida uno) ya que es la etapa de vida más delicada y significativa de los pollos; los puntos a controlar deben ser: temperatura, alimentación, agua de bebida e intercambio de aire.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arbor Acres. *Guía del manejo del pollo de engorde*. USA: Aviagen, 2009. 64 p.
2. _____. *Manual de manejo del pollo de engorde ROSS*. USA: Aviagen, 2009. Aviagen, USA, 134 p.
3. NORTH, M.; BELL, D. *Manual de producción avícola*. 3 ed. México: Manual Moderno, 1993. 829 p.
4. OBANDO ISABEL, Murillo Mario. *Pollos de engorde. Técnicas de procesado*. Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica, 1998. 115 p.
5. PATTISON, Jordán. *Enfermedades de las aves*. 3 ed. México: Manual Moderno, 1998. 522 p.
6. RIVERA, O. *Bioseguridad en la industria avícola*. México: Ediciones Pecuarias de México SA, 2005. 202 p.
7. VÁSQUEZ, B. *Instructivo de aplicación de medidas de bioseguridad en producción avícola*. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), 2005. 23 p.

APÉNDICE

Apéndice 1. **Manual interno de higiene y seguridad industrial**

- **Objetivo general**

Lograr un ambiente seguro de trabajo a fin de evitar pérdidas personales y/o materiales a través de un conjunto de normas y procedimientos.

- **Objetivos específicos**

- Mantener un ambiente laboral seguro y confortable para el colaborador.
- Prevenir accidentes y/o enfermedades ocupacionales.
- Aumentar la productividad y la competitividad mediante la reducción de costos en los que se incurre al tener accidentes.
- Contar con un sistema estadístico que permita detectar la disminución de los accidentes y sus causas.

- **Alcance**

Este manual se debe aplicar a toda persona que tenga acto de presencia en la granja, ya sean empleados o visitantes.

- **Definiciones**

Continuación del apéndice 1.

- Accidente: todo acontecimiento imprevisto, fuera de control e indeseado que interrumpe el desarrollo normal de una actividad.
- Condición insegura: toda condición del agente causante del accidente que pudo y debió protegerse; entre ellas se puede mencionar:
 - Equipo defectuoso
 - Iluminación inadecuada
 - Ropa peligrosa
 - Mala ventilación
 - Falta de limpieza
- Equipo de protección personal (EPP): todo equipo utilizado por el trabajador para que lo proteja de uno o más riesgos que puedan amenazar su seguridad y/o su salud.
- Seguridad e higiene industrial: ciencia y arte dedicado al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales que se originan en los lugares de trabajo y que pueden ser causales de accidentes y enfermedades y por ende generar incomodidades o ineficiencia entre los trabajadores de una empresa.
- Señalización industrial: objeto físico que, sirviéndose de la combinación de una forma geométrica, un color y un símbolo proporciona una información determinada relacionada con la seguridad.

Continuación del apéndice 1.

- Medicina del trabajo: disciplina dirigida a estudiar las condiciones materiales y ambientales, sobre las personas, estableciendo normas preventivas y condiciones de trabajo que no produzcan enfermedad ni daño físico al colaborador.
- Contaminante: cualquier sustancia en el ambiente que, a determinadas concentraciones, puede ser perjudicial para la salud del trabajador.
- Responsabilidades (programa)

Cada colaborador es responsable de:

- Mantener limpia y en orden su área de trabajo.
- Mantener libre de obstáculos los extintores contra incendios y áreas eléctricas.
- Los carteles distribuidos por los distintos sectores de la granja son normas de seguridad y, como tal, se deberán respetar y mantener siempre visibles.
- Verificar que todos los equipos eléctricos estén desconectados después de su uso.
- Atender las señales de prevención y de seguridad.

Continuación del apéndice 1.

- Informar oportunamente sobre las situaciones o condiciones que puedan generar riesgos.
- Restringir el paso de las personas externas en áreas donde se ejecutan procedimientos que requieren el uso de equipos de protección personal.
- Segregar adecuadamente los desechos producidos en su área de trabajo.
- Utilizar y cuidar los equipos de protección personal apropiadamente y dejarlos en los sitios acondicionados para ello.
- Mantener los equipos de protección personal en buen estado de conservación; y cuando están deteriorados pedir que sean sustituidos por otros.
- En caso de accidente, mantener la calma para actuar con rapidez.
- Asegurarse que no haya más peligros y atender a la persona herida con cuidado y precaución.
- No hacer más de lo indispensable y tener presente y claro que nuestra propia seguridad predomina ante cualquier situación.
- Cumplir con bañarse antes de ingresar y antes de salir de su centro de trabajo (granja).

Continuación del apéndice 1.

- Cambiarse de ropa y calzado inmediatamente después del baño.
- Al momento de la distribución del alimento, todo granjero debe utilizar, además de su equipo de protección personal, su cinturón para levantar cargas pesadas.
- Si sube a verificar niveles de alimento en silos, deberá portar y utilizar un arnés de seguridad.

Fuente: elaboración propia.

