



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MODELACIÓN EN UN AMBIENTE TÉRMICO,
DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN ANIMALES DE ENGORDE DE UNA
GRANJA AVÍCOLA**

Favio César Sagastume Ruano

Asesorado por el Ing. Luis Ricardo González Cabrera

Guatemala, mayo de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MODELACIÓN EN UN AMBIENTE TÉRMICO,
DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN ANIMALES DE ENGORDE DE UNA
GRANJA AVÍCOLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FAVIO CÉSAR SAGASTUME RUANO

ASESORADO POR EL ING. LUIS RICARDO GONZÁLEZ CABRERA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Rocio Carolina Medina Galindo
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
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:

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MODELACIÓN EN UN AMBIENTE TÉRMICO,
DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN ANIMALES DE ENGORDE DE UNA
GRANJA AVÍCOLA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 7 de febrero de 2018.


Favio César Sagastume Ruano

Guatemala, 28 de agosto de 2018

Ingeniero Juan José Peralta Dardón
Director a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Ingeniero Peralta:

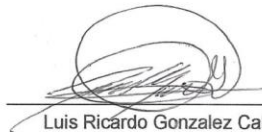
Me dirijo a usted para informarle que a la presente he revisado y aprobado el trabajo de graduación, titulado:

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE MODELACIÓN EN UN AMBIENTE TÉRMICO DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN ANIMALES DE ENGORDE DE UNA GRANJA AVÍCOLA".

Del estudiante universitario **FAVIO CÉSAR SAGASTUME RUANO**, con registro académico No. **201314537** y CUI No. 2695 00723 0101, de quien estoy fungiendo como asesor de tesis, considero que llena satisfactoriamente los requisitos para la aprobación, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular me suscribo atentamente,

Sin otro particular,



Luis Ricardo Gonzalez Cabrera
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 14,241
Asesor

Luis Ricardo Gonzalez Cabrera
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 14,241

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.076.019

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 **DISEÑO DE UN SISTEMA DE MODELACIÓN EN UN AMBIENTE TÉRMICO, DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN ANIMALES DE ENGORDE EN UNA GRANJA AVÍCOLA**, presentado por el estudiante universitario **Favio César Sagastume Ruano**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

**Ing. Cesar Ernesto Unquizu Rodas
DIRECTOR a.i.**

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2019.

/mgp

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Escuela de Ciencias Regionales de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hídricos (ERIS), Postgrado, Postgrado Ingeniería Vial, Maestría en Gestión Industrial, Maestría en Ingeniería y Mantenimiento de Máquinas en Física, Carreres, Ingenierías Electrónica, Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física. Centros: de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESSEM), Guatemala, Ciudad Universitaria zona 12, Guatemala, Centro América.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.020.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE MODELACIÓN EN UN AMBIENTE TÉRMICO, DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN ANIMALES DE ENGORDE DE UNA GRANJA AVÍCOLA**, presentado por el estudiante universitario **Favio César Sagastume Ruano**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, marzo de 2019.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 243.2019

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: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE MODELACIÓN EN UN AMBIENTE TÉRMICO, DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN ANIMALES DE ENGORDE DE UNA GRANJA AVÍCOLA**, presentado por el estudiante universitario: **Favio César Sagastume Ruano**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, mayo de 2019

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida, el entendimiento y la sabiduría para guiar mi vida al lado de mi familia.
- Mis padres** Victor Sagastume y Mirna Ruano, por todo su amor, esfuerzo y buen ejemplo que me han llevado a ser la persona que soy.
- Mi novia** Kimberly Borrayo, por ser un pilar importante en mi vida, por todo su apoyo, comprensión, paciencia y sobre todo su amor.
- Mis abuelos** Flavio Ruano, Consuelo Ramírez, Carmen Ponce (q. e. p. d.) y José Victor Sagastume (q. e. p. d.) por los consejos, cariño y valores enseñados.
- Mis tíos** Elder y Dulier Ruano, Milady Rivera y Claudia Ramírez, por apoyarme en todo momento y ser un ejemplo en mi vida.
- Mis hermanos** Keyla y Victor Sagastume Ruano, por su apoyo, cariño y amor incondicional.

Mis primos

Elder y Jordi Ruano, Omar Contreras, Josué, Franz y Diego Ruano, por su apoyo y cariño.

Mis amigos

Oscar Herrera, Denis Morales, Juan Carlos Ruano, Mindy Ortíz, Alfredo Escribá, Andoni Díaz, Susy Godoy, Raúl Ramos, Kevin Ruíz, Susana González, Danny López, Jim Girón, Lesly Álvarez, Mariana Pinto y Mónica López, por compartir conmigo momentos inolvidables en el transcurso de mi formación académica.

Mi asesor

Luis Ricardo González, por haber aceptado asesorarme en mi trabajo de graduación, por sus buenos consejos y el cariño.

Mis jefes

Karla Del Valle, Danilo Castillo, Juan Marroquín y Federico Monzón, por creer en mí, por la enseñanza y buenos consejos en mi vida profesional y personal.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por haber sido mi casa de estudios que orgulloso representaré en la sociedad.
Ing. José Luis Castañeda	Por el apoyo recibido del grupo PAF y su persona para la elaboración de mi tesis.
Inga. Nora García	Por su apoyo y tiempo brindado en mi formación.
Inga. Brenda Miranda	Por su apoyo, cariño y confianza durante el transcurso de mi formación y asesoría.
Ing. César Urquizú	Por el apoyo y cariño especial hacia mi familia.
Inga. María Martha Wolford	Por ser parte esencial de mi logro, su cariño y confianza.
Inga. Karla Martínez	Por la confianza depositada en mí.

	1.2.2.3.4.	Techo	14
	1.2.2.3.5.	Ventilación natural	16
	1.2.2.4.	Equipo en la galera.....	17
	1.2.2.4.1.	Sistema de bebederos ..	17
	1.2.2.4.2.	Sistema de comedero ...	18
	1.2.2.4.3.	Sistema de ventilación ..	19
	1.2.2.4.4.	Sistema de iluminación	20
	1.2.2.4.5.	Sistema de silos.....	21
	1.2.2.4.6.	Bioseguridad perimetral	22
2.	SITUACIÓN ACTUAL		25
2.1.	Departamento de producción avícola		25
	2.1.1.	Recepción de los pollos.....	25
	2.1.2.	Selección de los pollos	25
	2.1.3.	Ubicación de los pollos	26
2.2.	Preparación de galpón para pollos		26
	2.2.1.	Galpón seleccionado	26
	2.2.2.	Manejo de cama	27
	2.2.3.	Requerimiento de manejo de pollos	27
2.3.	Calor producido por los pollos		28
	2.3.1.	Tipo de ave	28
	2.3.2.	Tasa de metabolismo basal.....	29
	2.3.3.	Incremento de calor por ingestión de concentrado	30
	2.3.4.	Proceso fisiológico	31
	2.3.5.	Densidad del lote	31
	2.3.6.	Temperatura ambiente	31

2.4.	Transferencia de calor	32
2.4.1.	Conducción	32
2.4.2.	Convección	32
2.4.3.	Radiación	32
2.4.4.	Pérdida de calor	33
2.5.	Factores que determinan la velocidad del aire en los galpones.....	33
2.5.1.	Aislamiento.....	34
2.5.2.	Ventilación túnel.....	34
2.5.3.	Sistema de enfriamiento evaporativo	36
2.5.4.	Vacunación en la incubadora – vacunación del pollo de 1 día de edad	37
3.	PROPUESTA DE MEJORA	43
3.1.	Diseño de sistema de ventilación	43
3.1.1.	Tipos de ventiladores.....	44
3.1.2.	Caracterización climática	45
3.2.	Manejo de ventilación	46
3.2.1.	Ventilación requerida	46
3.2.2.	Presión negativa	46
3.2.3.	Entradas de aire al galpón.....	47
3.2.4.	Ventilación de transición	47
3.2.5.	Ventilación de túnel.....	47
3.2.6.	Temperatura efectiva	48
3.3.	Sistema de control de temperatura.....	48
3.3.1.	Temperatura variable.....	48
3.3.2.	Margen de histéresis de temperatura	49
3.3.3.	Aislamiento térmico.....	50
3.3.4.	Potencia calorífica.....	51

3.4.	Componentes para control de temperatura.....	52
3.4.1.	Aislamiento por cortina de poliéster	53
3.4.2.	Calefacción	54
3.4.3.	Tubería de distribución de aire	54
3.5.	Sistema de control de humedad	55
3.5.1.	Humedad relativa variable	55
3.5.2.	Sistema de micro nebulización	56
3.5.3.	Dispositivos para control de humedad	56
3.6.	Monitoreo de la calidad del aire.....	57
3.6.1.	Requerimientos.....	57
3.6.2.	Equipo para control de la calidad del aire	58
4.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	61
4.1.	Análisis de indicadores	61
4.1.1.	Índice de mortandad debido a temperatura interna	61
4.1.2.	Temperatura en galpones tipo convencional.....	63
4.1.3.	Peso corporal.....	64
4.1.4.	Conversión alimenticia.....	66
4.1.5.	Eficiencia alimenticia	69
4.2.	Propuesta de diseño	70
4.2.1.	Estudio de proyecto para un sistema de enfriamiento	73
4.2.1.1.	Estructura	74
4.2.1.2.	Mano de obra	74
4.2.1.3.	Costo energético	74
4.2.1.4.	Enfriamiento del agua recirculada.....	75
4.2.2.	Inversión inicial de la propuesta del diseño.....	75
4.2.3.	Análisis costo beneficio	76

4.2.4.	Factibilidad del diseño propuesto	78
4.3.	Impacto del sistema propuesto para la disminución térmica interna de los galpones	78
4.3.1.	Temperaturas promedio.....	79
4.3.2.	Índice de mortandad promedio por galpón	80
4.4.	Manejo del ambiente	81
4.4.1.	Manejo ambiental.....	81
4.4.2.	Factores climáticos	81
4.4.2.1.	Clima extremadamente frío	82
4.4.2.2.	Clima frío	83
4.4.2.3.	Clima moderado	83
4.4.2.4.	Clima caluroso	84
4.5.	Requerimientos de las aves.....	84
4.5.1.	Calor y humedad.....	85
4.5.2.	Efectos de la temperatura y humedad en los pollos.....	86
4.5.3.	Humedad relativa.....	86
5.	SEGUIMIENTO DE LA PROPUESTA	89
5.1.	Análisis de indicadores	89
5.1.2.	Índice de mortandad debido a temperatura interna	90
5.1.3.	Temperatura en galpones tipo convencional.....	90
5.1.4.	Peso corporal.....	92
5.1.5.	Conversión alimenticia.....	92
5.1.6.	Eficiencia alimenticia.....	93
5.2.	Programa de capacitaciones al personal de producción avícola.....	94
5.2.1.	Evaluación de las capacitaciones.....	94

5.2.2.	Cronograma de trabajo	97
5.3.	Evaluación económica	97
5.3.1.	Valor presente neto	98
5.3.2.	Tasa interna de retorno	98
5.3.3.	Beneficio-costo	98
5.4.	Auditorias del proceso de manejo de galpones.....	99
5.4.1.	Auditorías internas.....	99
5.4.2.	Auditorías externas.....	100
CONCLUSIONES.....		103
RECOMENDACIONES.....		105
BIBLIOGRAFÍA.....		107
APÉNDICES		109

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación y gráfico de planta granja Santo Tomás	2
2.	Organigrama de la granja	4
3.	Preparación de galpón para recibimiento de pollos	10
4.	Galpón para pollos	12
5.	Vista en perspectiva de una estructura de un techo de un galpón	15
6.	Bebedero tipo cubeta invertida	18
7.	Bebederos automatizados de la Granja Santo Tomás.....	18
8.	Comederos automatizados	19
9.	Ventilación lateral.....	20
10.	Iluminación de la granja Santo Tomás	21
11.	Silos	22
12.	Pediluvios con desinfectante	23
13.	Manejo de temperatura utilizando criadoras de gas GLP	27
14.	Ventilación de túnel.....	35
15.	Vacunación de aves.....	38
16.	Distribución de gotas	40
17.	Vacunación por nebulización	42
18.	Foto térmica de la parte central de un galpón con aves dentro.	45
19.	Gráfico histéresis de temperatura.....	49
20.	Diagrama de instalación de las cortinas dobles	50
21.	Dimensiones del galpón.....	51
22.	Cortinas externas	53
23.	Cortina interna.....	54

24.	Humedad relativa vs días de crianza	56
25.	Nebulizadores	57
26.	Sensor de monóxido	59
27.	Comparación de mortalidad.....	64
28.	Pesos semanales.....	65
29.	Conversión alimenticia.....	69
30.	Cronograma	97

TABLAS

I.	Aprobación del proceso de preparación de galpón	9
II.	Humedad relativa en relación a días de crianza	55
III.	Condiciones ambientales requeridas	58
IV.	Porcentaje de mortalidad.....	62
V.	Comparación de mortalidad.....	63
VI.	Peso semanal mixto.....	65
VII.	Comparación de conversión alimenticia	66
VIII.	Tasas de ventilación	71
IX.	Flujo de efectivo.....	76
X.	Cálculo del valor presente neto	77
XI.	Velocidad máxima de aire al nivel de las aves según edad:.....	79
XII.	Comparación de mortalidad.....	80
XIII.	Temperatura de galera convencional para granja de producción avícola.....	91
XIV.	Influencias de la temperatura en diferentes edades de los pollos	91
XV.	Curso de manejo de aves	94
XVI.	Formato para asistencia del personal	95
XVII.	Formato de evaluación	96
XVIII.	Actividades de auditoría	100
XIX.	Hoja de control para auditoría	101

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetro
C	Grado Centígrado
F	Grado Fahrenheit
Kcal/h	Kilocalorías/horas
Kg	Kilogramo
Lb	Libra
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
mm	Milímetro
Ppm	Partículas por millón
%	Porcentaje
Q	Quetzales
QQ	Quintal
V	Volito

GLOSARIO

Bioseguridad avícola	Sistema que trata de eliminar o evita el ingreso de patógenos que puedan causar un daño físico al ave por medio de una enfermedad, para lograr una bioseguridad efectiva se deben implementan diferentes técnicas que evitan el ingreso de animales, hablese de ratones, zanates, pájaros, culebras, loros entre otros. Así como, el debido cuidado en el ingreso de personal, por lo que se tienen normas de ducha, vestimenta y desinfección.
Calefacción	Sistema que regula la temperatura dentro de un galpón, puede ser mecánico o automatizado, principalmente utilizado para el crecimiento y confort de las aves.
Conversión	Control en el suministro de alimento, propósito del crecimiento adecuado del ave, donde la principal idea es que por cada kilo de alimento que se le proporciona al ave, este debe de convertirse en una libra efectiva de carne corporal, a este control se le conoce como conversión de alimento (CA).
Desinfección	Proceso que destruye por distintos métodos físicos, químicos o biológicos los gérmenes o los agentes patógeno.

Temperatura crítica Inferior	Valor mínimo de temperatura en cual las aves salen de su zona termo neutral y pueden empezar a presentar un estrés por frío.
Galpón	Construcción techada de gran tamaño, diseñado y empleada para el uso de granja, taller o depósito.
Celsius	Escala térmica que se usa para expresa qué tan frío o caliente se encuentra un cuerpo, representada como (°C), siendo su punto de congelación 0 °C y ebullición 100 °C.
Confort	Condiciones ambientales que proporcionan comodidad y bienestar.

RESUMEN

En Guatemala la mayoría de las granjas avícolas se encuentran instaladas en sectores con alto índice de temperatura, las empresas avícolas buscan la forma de mejorar el confort de las aves mediante diferentes métodos que impacten positivamente en la productividad a bajo costos; la cual nace la necesidad de diseñar un sistema con equipos que cumplan con los requerimientos necesarios para la producción.

Para el caso de la disminución térmica-interna de galpones tipo convencional en la industria avícola, se plantea la investigación para el desarrollo de un diseño de un sistema de enfriamiento térmico utilizando el proceso de crianza de animales de engorde de una granja durante las etapas de crecimiento, con el objetivo de mejorar la eficiencia térmica-interna del galpón y el impacto en el índice de mortandad, a través del intercambio de calor.

Debido al incremento de calor en horarios de 11:00 a 14:00 horas del día en el departamento de Escuintla, Guatemala; la temperatura en los galpones tipo convencional aumenta, alcanzando aproximadamente los 45° C. Durante este horario se pone en marcha el sistema actual de enfriamiento que consiste en levantar las cortinas laterales dejando recircular el viento dentro del galpón y activando ocho ventiladores por lado; causando un descenso aproximado de 10° C dentro del galpón, siendo aún la temperatura demasiado alta para el confort del ave.

OBJETIVOS

General

Diseño de un sistema de modelación del ambiente térmico del área de producción en animales de engorde de una granja avícola.

Específicos

1. Establecer el estatus actual en el proceso de producción avícola, en el departamento de producción de la granja avícola Santo Tomás.
2. Identificar la tasa de mortalidad derivado de altas temperaturas para mejorar su eficiencia de productividad dentro de la granja.
3. Proponer un diseño para el control de temperaturas y humedad dentro de los galpones tipo convencional en la crianza de pollos.
4. Analizar el comportamiento de la ganancia de pesos corporal en el proceso de crianza de pollo de engorde.
5. Definir el programa de capacitaciones para el personal del departamento de producción avícola.
6. Determinar los requerimientos para el manejo ambiental en la granja avícola.

7. Establecer el análisis financiero para el desarrollo de la propuesta.

INTRODUCCIÓN

Guatemala cuenta con varias industrias dedicadas a la producción avícola, que se encuentran en constante crecimiento y desarrollo. El método de crianza de aves ha tenido un cambio al paso del tiempo, lo cual la mejora en los procesos para minimizar los gastos y costos en la empresa se han vuelto primordiales. Enfocados en minimizar la mortalidad en la etapa de engorde, se presenta la necesidad de diseñar un sistema de enfriamiento en galpones tipo convencional con un mejor rendimiento y eficiencia en la disminución térmica-interna buscando el confort del ave.

Actualmente la empresa Frigoríficos de Guatemala, S.A. cuenta con varias granjas instaladas en diferentes regiones del país, dedicada a la producción de aves, dando la oportunidad en realizar el estudio de enfriamiento en la granja Santo Tomás ubicado en CA-2 rumbo a la Democracia, aldea Ceiba Amelia, departamento de Escuintla. Esta granja cuenta con 25 galpones distribuidos en 10 convencionales metálicos, 12 convencional madera y 3 tipo túnel.

Durante la etapa de engorde de aves, la industria requiere de grandes cantidades de energía para proveer un confort térmico-interno considerable dentro de los galpones convencionales, aún así; se da un porcentaje de mortalidad por la falta de aire frío dentro de este ambiente, causando jadeo y provocándoles un paro respiratorio a las aves.

Lo anteriormente descrito motiva a realizar una investigación y así encontrar un diseño factible y viable de un sistema de enfriamiento en galpones convencionales para la producción avícola. El propósito del diseño tendrá un

mejoramiento en el sistema actual siendo este más eficiente, la mejora debe enfocarse en mantener los estándares de confort necesarios.

Para realizar la investigación se aplicarán métodos de investigación entre los cuales se puede mencionar: fuentes bibliográficas, consulta de profesionales con experiencia en crianza de pollo, toma de datos históricos sobre temperaturas, fallas y consumo de agua, así como textos de producción avícola, ingeniería de plantas, diseño para la producción, controles industriales, termodinámica, entre otros.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Granja Santo Tomás

Granja Santo Tomás se dedica a la producción avícola (granjas de engorde). Según información relacionada con la crianza de aves, en los últimos 10 a 12 años en Guatemala, se ha tenido un crecimiento de 35 % a 40 % de producción de aves para consumo de la canasta básica.

En los estudios realizados de consumo de carne de aves, se estima que para los siguientes años, habrá un crecimiento considerable en la demanda de carne blanca, debido al alto nivel de proteína y bajo costo.

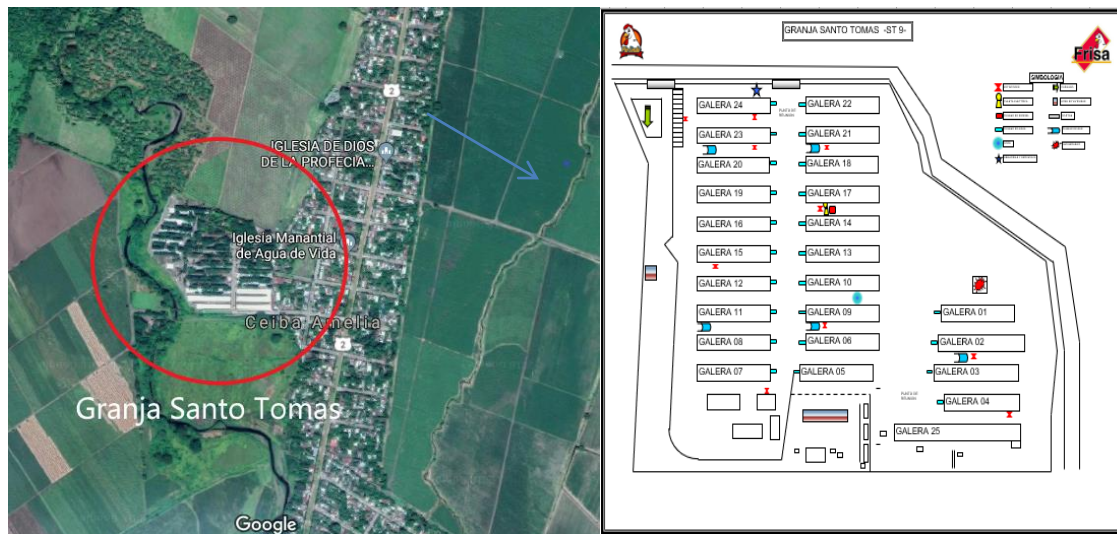
Granja Santo Tomás está ubicada en el km 97,5 aldea Ceiba Amelia, La Gomera, Escuintla, dedicada a la producción de engorde avícola, utilizando aves de raza Ross y Cobb, dominando la raza Cobb como mayor productor de carne blanca.

- Ubicación geográfica y generalidades
 - Al norte con los municipios de Siquinalá y La Democracia, al sur con La Gomera y San José, al este Masagua, al oeste La Gomera y Santa Lucía Cotzumalguapa.

- Coordenadas geográficas
 - Latitud: 14,1675
 - Longitud: -90,965

- Vías de acceso
 - Carretera CA-2, carretera nacional Escuintla 2, asimismo, con caminos vecinales, veredas y roderas que lo comunican con otros municipios y poblados rurales, camino de asfalto hasta la aldea Sipacate, que lo comunican con las playas del océano pacífico.

Figura 1. **Ubicación y gráfico de planta granja Santo Tomás**



Fuente: Granja Santo Tomás.

<https://www.google.com.gt/search?q=ubicacion+de+la+granja+santo+tomas&tbn=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwiA1rT74-bcAhWtzlKkHe5JCf0QsAR6BAgEEAE&biw=1517&b>

Consulta: enero de 2018.

- Clima
 - Tropical

- Temperatura
 - Invierno

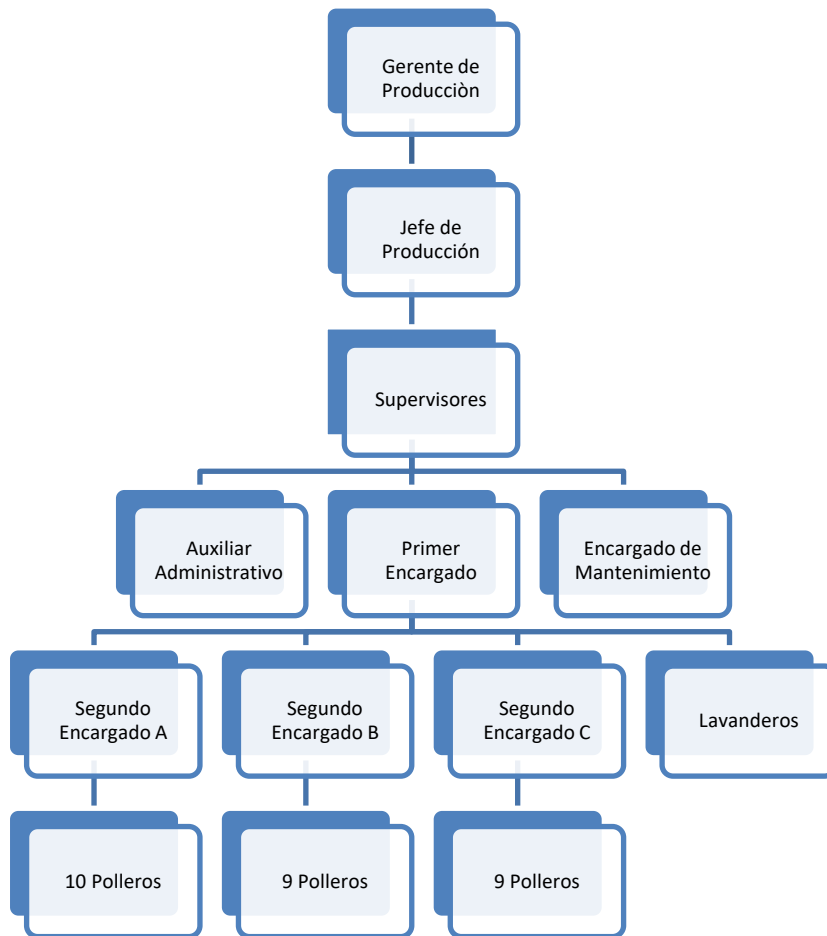
T.MAX (°C) 33
T.MIN (°C) 23

 - Verano

T. MAX (°C) 36
T. MIN (°C) 21

- Recurso humano
 - Se cuenta en la granja con 37 personas estructuradas de la siguiente manera:
 - 1 supervisor
 - 1 auxiliar administrativo
 - 4 encardados de producción
 - 1 encargado de mantenimiento
 - 2 encargados de limpieza
 - 28 polleros

Figura 2. **Organigrama de la granja**



Fuente: elaboración propia.

1.1.1. **Historia**

Grupo PAF nace en 1958 con un ideal bien definido, pero que representa un doble desafío: la fundación de una gran empresa avícola, que contribuiría al desarrollo económico creando fuentes de trabajo en el país y la mejora en la dieta de los guatemaltecos. La granja Santo Tomás es una de las tres primeras granjas de producción de aves de engorde, iniciando con 12 galeras

convencionales de madera, en la cual 25 años después se inicia la construcción de 10 galeras convencionales metálicas y 3 tipo túnel debido a la alta demanda de carne blanca en el mercado.

1.1.2. Misión

“La misión de la empresa es: crecer inteligentemente, consolidarnos y diversificarnos”¹.

1.1.3. Visión

“La visión de la empresa es: proveemos alimentación nutritiva de calidad”².

1.1.4. Valores

- Respeto: guardamos la más alta consideración a nuestros colaboradores, clientes, consumidores, proveedores, acreedores y a las leyes del país.
- Ética: nuestro compromiso es pensar, decir y actuar de acuerdo con la conciencia y cultura de la empresa.
- Calidad: buscamos satisfacer las necesidades reales de nuestros clientes por medio de productos y servicios de excelencia.

¹ Misión proporcionada por la granja Santo Tomás.

² Ibid.

- Desarrollo humano: propiciamos un ambiente que ofrece oportunidades, principalmente para los colaboradores y para la comunidad donde laboramos.
- Accesibilidad: proveemos una política de puertas abiertas, que permite a nuestros colaboradores aportar ideas y compartir a todo nivel.
- Responsabilidad: respondemos por el impacto y las implicaciones de las decisiones que adoptamos tanto individualmente y como empresa.

1.2. Actividad principal

Se describe la actividad principal de la granja avícola Santo Tomás, como una granja dedicada al crecimiento y engorde de aves comestibles.

1.2.1. Manejo avícola

El manejo avícola es la forma de crianza de aves, en la cual se deben de tomar en consideración diferentes aspectos como:

- Limpieza y riego de cascarilla de arroz dentro de la galera
- Proceso de alimentación
- Suministros de los medicamentos avícolas
- Proceso de desinfección
- Manejo de temperaturas
- Suministro de agua
- Manejo de desechos sólidos

1.2.1.1. Alimentación

El alimento represente el mayor aporte para la producción avícola, desde que ingresa el pollito a la galera es de suma importancia que el alimento esté disponible en todos los comederos, su costo es mayor en el índice de productividad y debe manejarse su conversión alimenticia para un mejor rendimiento e introducción en la producción avícola. Existe diferentes tipos de concentrado para alimentos de ave, cuando ingresan aves bebes se les debe de suministrar iniciarin de 0 – 10 días, pre engordin de 11 – 22 días, engordin de 23 – 33 días y por último finalín de 34 días en adelante, hasta que salga al beneficio.

El concentrado debe de realizarse con ingredientes que nutran y ayuden al crecimiento corporal del ave, como se indica anteriormente al suministrarle concentrado al ave, el iniciarin se le proporciona al ave de 0 – 10 días, este debe de tener ingredientes que contengan proteínas, minerales y vitaminas, estos días son esenciales para que el ave crezca con buena salud, el preengordin se aplica de 11 – 22 días, este alimento debe de ayudar a la iniciación en el crecimiento corporal, por lo regular se alimentan constantemente, descansando por tiempos para luego levantarse nuevamente y consumir alimento, este momento de descanso se utiliza para digieran el alimento consumido. En épocas pasadas, se le colocaba arena con piedrín para que tragan las piedras y las retuvieran en el buche, logrando su trituración e ingreso del alimento desecho. Luego se continuaba con el engorde de 23 a 33 días, este es la antesala para que el ave esté logrando llegar a su peso normal. Por último, se les suministra el finalín de 34 días en adelante hasta que salga al beneficio (rastros).

Todo este proceso van mezclados con suficiente agua para una mejor homogenización del concentrado cuando están ingiriendo.

1.2.1.2. Preparación del galpón para el recibimiento del ave

Luego del último barrido del ave, se cuenta con días de vacío donde se debe de realizar la limpieza y desinfección de la granja, lo ideal son 14 días de vacío, el procedimiento de lavado y desinfección de galeras se realizan utilizando químicos especiales y agua a presión para desincrustar suciedades que se hayan pegado dentro del proceso de producción, para luego aplicarle YODO al piso de la galera (tiempo de aplicación: 2 días), continuando con el lavado y secado hasta su disponibilidad de cama, donde se aplica cascarilla de arroz.

Se procede con acondicionar los círculos maternos a cierta distancia, con suficiente alimento en los comederos fijos y de recepción. En algunos casos se cubre las áreas con nylon creando una especie de incubadora, así mismo, se debe de tener en su posición las criadoras para el calentamiento del pollito de temprana edad. Para poder realizar toda esta logística del ingreso de pollito, se han realizado varios procedimientos que se deben de cumplir para no afectar la salud y confort del ave dentro de la galera, estos procedimientos deben de ser ejecutados como se indica en el procedimiento, ya que si no incurren en falta grave y serán sancionados según el caso que amerite.

Tabla I. **Aprobación del proceso de preparación de galpón**

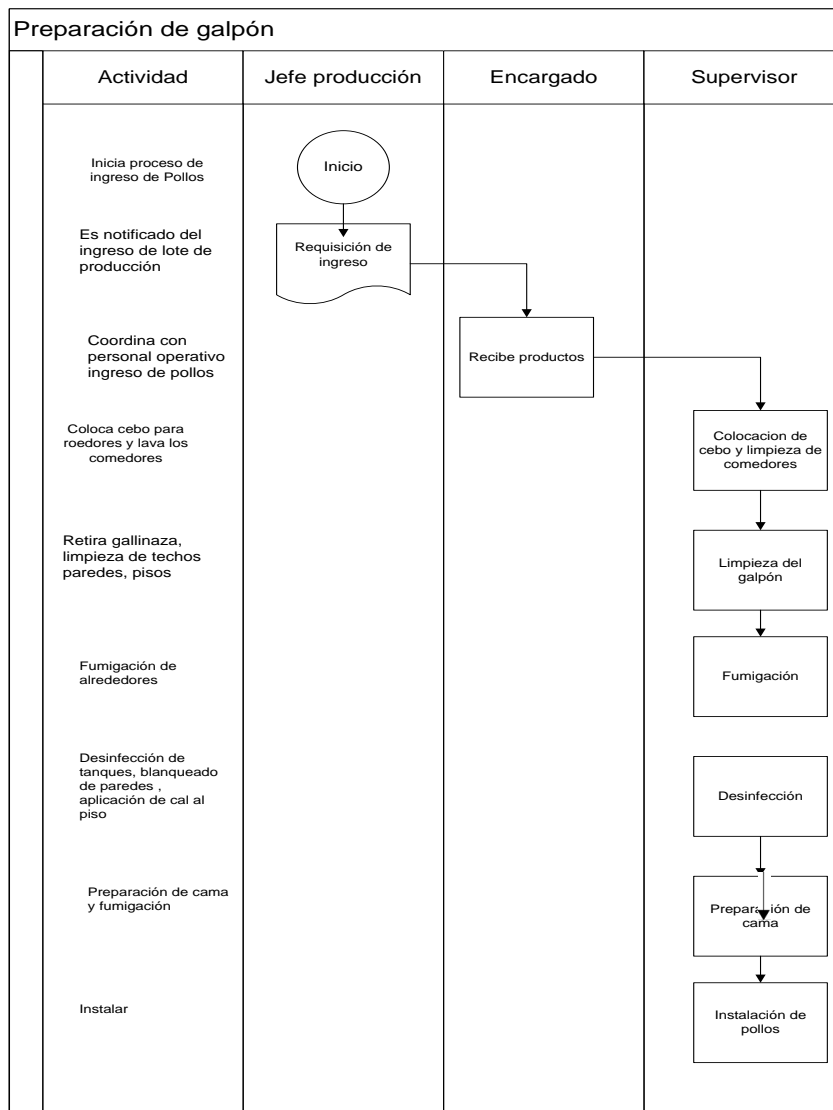
Granja Avícola			
Título del Recepción de pollos		Departamento: producción	
		Procedimiento No. CP 1.0	
Aprobaciones		Autorizaciones	
Función o Cargo	Firma	Función o Cargo	Firma
Jefe de producción		Gerente de producción	
Copia núm.	Asignada a:		
1	Gerente general		
2	Gerente de producción		
3	Supervisores y personal operativo		

Fuente: elaboración propia.

- Preparación del galpón para el recibimiento del pollito
 - Ubicar y situar alimento para roedores
 - Lavar y desinfectar los comederos
 - Lavar y desinfectar los bebederos
 - Realizar un barrido de la cascarilla de arroz
 - Lavar y desinfectar la infraestructura de la galera con químicos especiales
 - Aplicación de Yodo en todo el piso de la galera (2 días)
 - Desinfección de tanque y tubería, periodo de aplicación de Yodo (8 a 24 horas)
 - Aplicar abundante agua en galera, tanque y tubería para su desagüe
 - Desinfectar piso con cal
 - Montaje de cortina externa
 - Montaje de cortina interna
 - Aplicación de cama (cascarilla de arroz)

- Instalación de criadora
- Instalación de termómetros
- Montaje de comederos y bebederos
- Instalar bandeja de recibimiento de ave

Figura 3. Preparación de galpón para recibimiento de pollos



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2016.

1.2.2. Componentes de la galera

Los componentes de la galera, son todos los equipos necesarios que se requiere para la crianza y confort del ave en proceso de producción, entre los cuales se mencionan los siguientes:

- Orientación
- Dimensiones
- Infraestructura
- Equipo en galera

1.2.2.1. Orientación

Cuando se requiere construcciones de galeras es muy importante tomar en cuenta donde se van a construir, en lugares muy fríos los galpones por lo regular se colocan de Norte a Sur, mientras en climas calurosos como en la costa sur o áreas donde esta cercanas a la costa como lo está la granja Santo Tomas, la galera se construyen de Oriente a Occidente, y así evitar la temperaturas altas dentro de la galera como también donde circulan vientos fuertes, por lo que se recomienda poner barreras en los laterales, regularmente estas barreras son árboles de melina, por su rápido crecimiento y su alta protección.

Figura 4. **Galpón para pollos**



Fuente: elaboración propia.

1.2.2.2. Dimensiones

En galeras convencionales por lo regular se constituyen de 10 metros de ancho por 100 metros de largo, hasta un máximo 120 metros. El propósito del tamaño de la galera es que la parvada que se coseche no se tenga mucha mortalidad por lo que se construyen para una capacidad de 8 a 13 pollos por metro cuadrado, dependiendo en que clima esté el proceso de producción.

1.2.2.3. Infraestructura

En una granja de crianza de pollos, debe de tomarse en cuenta varios aspectos que son útiles para el buen manejo de la granja, tal es el caso, el tamaño de las galeras para realizar una crianza de X cantidad de pollo, así como, también la bodega general, donde se almacena el concentrado producto de limpieza y desinfección, material de empaque, oficina, repuestos de galera, entre otros. Otro aspecto importante es la bodega de repuestos, por lo regular lo que almacena son herramientas que se utilizan a diario o en caso de emergencia, en algunas granjas que se dedican a la producción de huevo como en el caso de las reproductoras, en las granjas se asigna un lugar donde se clasifican y se almacenan para enviarse seguidamente a la incubación, estos son colocados en un habitación que maneja una temperatura de 18 a 21 grados Celsius, luego son transportados en un camión con refrigeración (temperatura de 16 a 18 grados) debido a que la ubicación final de transporte es más caliente y resulte un equilibrio térmico.

La gallinaza es el estiércol producido por las gallinas en el proceso de producción, por lo regular la gallinaza al ser tratada en lugares especiales puede ser un buen abono y a la vez un excelente alimento para las tilapias, éste al terminar el ciclo de producción se barre hacia el punto central del galpón con la intención de que expida todos los gases que dé el emanan, para poderlo trasportar sin ningún problema de contaminación al lugar donde será procesado.

Todas las granjas cuentan con un área de biodegradación, todas las aves que mueren durante la producción son llevadas a este lugar para su debido control. En este proceso se preparan las aves con yodo y cal, desechando los líquidos y dejando solo la carne y huesos (composta). La composta es utilizada

para la elaboración de otros productos como es la comida para animales domésticos.

1.2.2.3.1. Estructura metálica

La estructura debe ser de base de metal para poder soportar la carga del techo, instalaciones eléctricas, cortinas, mallas, chapas, ventiladores, comederos y bebederos.

1.2.2.3.2. Piso

El piso de los galpones convencionales, por lo regular es fabricado con lodocreto, éste consiste en una mezcla de selecto con cemento a una altura aproximadamente de 8 cm con lomo de tortuga y una inclinación del 2 %, su alisado se realiza con una capa de arena y cemento para mayor durabilidad y una mejor sanitización al ser lavado.

1.2.2.3.3. Malla perimetral

La malla perimetral tiene la función de resguardar el área de otras zonas fuera de la granja, así como también el ingreso de animales, roedores y personas ajenas a la granja.

1.2.2.3.4. Techo

En los galpones tipo convencional por lo regular el techo esta conformados por tres secciones que le permitan no solo mantener la temperatura del galpón, si no también, extraer los vapores de amoniaco que expide de la cama de cascarilla de arroz, quiere decir que una parte

de este es un difusor que se encuentra en la parte central y en los extremos forma las dos partes restantes figurando a dos aguas, el difusor hace la función de un extractor y los laterales de la galera la inyección de aire que se introduce por los espacios de la malla, creando un barrido de expulsión de los malos olores con la renovación de aire.

En la granja Santo Tomás se encuentran los galpones tipo convencional, desde su inicio estas han sido de dos aguas y difusor, debido a remodelaciones en la infraestructura, se están reemplazando a dos aguas corridas, esto se debe a que la zona en donde se encuentra ubicada la granja es muy lluviosa, por lo que ingresa agua en los difusores y moja la cama de cascarilla de arroz, provocando daños en las patas de las aves y se tengan como consecuencia el sacrificio por muerte súbita antes de que termine la cosecha de producción.

Figura 5. **Vista en perspectiva de una estructura de un techo de un galpón**



Fuente: elaboración propia.

1.2.2.3.5. Ventilación natural

La ventilación dentro de una galera es una de las partes más importantes para la crianza y confort de los pollos en crecimiento, desde su ingreso el pollito a su corta edad es más susceptible a que exista una pésima calidad del aire que respiran, esto puede producir que les disminuya el apetito y no tengan una buena alimentación.

Cuando ingresan al galpón lo primero que buscan es el alimento, por lo que se debe de tener una buena distribución del concentrado y de la ventilación, evitando que se queden resagados y no lleguen hasta el alimento que por efecto al no consumirlo de forma efectiva no puedan lograr el peso ideal durante los primeros 10 días de crecimiento, por lo que se debe de realizar una estimulación con iluminación logrando que se levanten e incorporen nuevamente al área de alimento. La ganancia de peso depende mucho de la ventilación ya que con esta logramos una buena renovación de aire y por ende mantener los lugares frescos y libres de gases como el amónico. Con esto podemos disminuir el calor corporal que produce el pollito en crecimiento de la granja Santo Tomás, para evitar complicaciones en la disminución del calor dentro de las galeras.

Una técnica que se tiene en la granja Santo Tomás, es la siembra de árboles alrededor de las galeras, con el fin de realizar una barrera de ingreso de vientos fuertes, produciendo sobre e ingreso de aire más fresco al interior del galpón.

1.2.2.4. Equipo en la galera

Para realizar una buena producción de crianza de aves, se deben de tener sistemas internos en la galera, como los que se mencionan a continuación:

- Sistema de bebedero
- Sistema de comedero
- Sistema de ventilación
- Sistema de iluminación
- Silos
- Bioseguridad

1.2.2.4.1. Sistema de bebederos

Los galpones deben de estar previstos con sistemas de bebederos que logren satisfacer la demanda de consumo de este vital liquido a la parvada de aves que alojan, por lo regular el consumo de un ave de 4,7 a 5,0 libras es de 16 libras de agua, si hacemos una relación con la cantidad de aves que están dentro del galpón es de aproximadamente 50 a 60 toneladas de agua.

En el ambiente debido al excremento que hay regada en toda el área del galpón, existe una humedad que se debe eliminar o expulsada por un sistema de ventilación, por lo que, si no se expulsa pueda causar mucha temperatura dentro, dándole un estrés por calor y tienda a jadear, causándole la muerte por asfixia (paro respiratorio).

Figura 6. **Bebedero tipo cubeta invertida**



Fuente: Abastecedor de agua de cubeta invertida.

https://www.google.com.gt/search?q=bebedero+tipo+campana&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiYw_3Z1-bcAhXQx1kKHXnBBWwQ_AUICigB&biw=741&bih=705#imgrc=4Mejg0G8UWFSmM: Consulta: enero de 2018

Figura 7. **Bebederos automatizados de la Granja Santo Tomás**



Fuente: elaboración propia.

1.2.2.4.2. **Sistema de comedero**

Lo primero que busca el pollito al ingresar a un galpón en sus primeras horas de crianza es el alimento, éste debe estar disponible y preparado en todo el sistema de comederos dentro de los círculos maternos. Las bandejas son de

fácil acceso para los pollitos y se encuentran en el piso a una altura adecuada, colocadas de tal forma que puedan alimentarse alrededor de los comederos varios pollitos a la vez.

Figura 8. **Comederos automatizados**



Fuente: elaboración propia.

1.2.2.4.3. Sistema de ventilación

El aire debe de ingresar libremente dentro de la galera con el propósito de barrer todos los gases tóxicos que puedan dañar la salud e integridad física del pollito, debe de tener la capacidad de regular los gradientes de temperatura que se presenten y que dificulten el crecimiento del ave en temporadas muy calurosas de la zona.

En la granja Santo Tomás, la ventilación se realiza de forma natural y artificial (forzada). Cuando hablamos de ventilación forzada nos referimos a instalar ventiladores con pedestales en los laterales dentro de las galeras, estos son útiles con el propósito de recircular el aire interno, y el natural nos sirve para la renovación del aire en el galpón.

Figura 9. **Ventilación lateral**



Fuente: elaboración propia.

1.2.2.4.4. Sistema de iluminación

La iluminación es natural y artificial para el manejo interno de la galera, se cuenta con bombillos led para la reducción del consumo de energía eléctrica, luz más cálidas y alto nivel de rayos infrarrojos.

Figura 10. **Iluminación de la granja Santo Tomás**



Fuente: elaboración propia.

1.2.2.4.5. Sistema de silos

Se cuenta con silos propios para el almacenamiento de concentrado peletizado para aves, con capacidad de alojar 50 toneladas.

Figura 11. **Silos**



Fuente: elaboración propia.

1.2.2.4.6. Bioseguridad perimetral

Se debe de construir un cerco perimetral con el propósito de reguardar la seguridad y salud de la granja y aves, si no se tuviera bioseguridad, se corre el riesgo de contaminación cruzada con otros animales y aves que ingresen a ella, lo recomendable es tener un sistema implementado con planes estratégicos de Bioseguridad, que se deben ejecutar con los lineamientos que indique el procedimiento para estos casos. El procedimiento debe de contar con la especificaciones necesarias como la distancia mínima para la construcción de una granja avícola con respecto a las comunidades, que se debe de implementar para evitar el ingreso de patógenos, como deben de ingresar los

vehículos al arco de desinfección, como deben de ingresar las personas utilizando los 7 pasos (ducha al ingreso, dejar ropa en área sucia, ingreso con vestimenta adecuada overol y botas de hule, atomizar las botas con un químico, mojar las botas en el pediluvio) cada proceso debe de contar con materiales desinfectantes avalados y certificados por la empresa proveedora, para la correcta desinfección de las personas y vehículos automotores que a la granja.

Figura 12. **Pediluvios con desinfectante**



Fuente: elaboración propia.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Departamento de producción avícola

A continuación, se describen las actividades realizadas por el departamento de producción avícola, dentro de la granja Santo Tomás para la recepción de pollos a los galpones.

2.1.1. Recepción de los pollos

Las canastas que transportan a los pollitos se descargan inmediatamente al llegar a la granja y se colocan en un área específica (círculo materno) con las condiciones óptimas para recibirlos y alojarlos en los 8 primeros días.

2.1.2. Selección de los pollos

“Se toma al azar una muestra representativa de las cajas en que se transportan los pollitos, comprobando los siguientes aspectos:

- Vitalidad de los pollitos. Deberán estar secos, con los ojos limpios, vivos y brillantes.
- El pico debe de estar limpio al igual que el ombligo.
- Peso de los pollitos”.³

³ OpenCourseWare. *Manejo de pollitos de un día*. http://ocw.upm.es/produccion-animal/produccion-avicola/contenidos/TEMA_5/5-1-manejo-de-pollitos-de-1-dia/view. Consulta: enero de 2019.

2.1.3. Ubicación de los pollos

Al preparar los galpones con sus círculos maternos, una buena iluminación, criadoras, alimento y agua, se procede a ingresar y ubicar los pollitos, separando las hembras de los machos. Esto se debe a que a la hora de alimentarse su crecimiento se homogéneo, si en todo caso se dejara mixto el macho predominaría y la hembra no comería lo suficiente.

Este sistema ayuda a que el pollito evoluciones y su organismo interno tenga mejor desarrollo, tal es el caso de rápida absorción del saco vitelino, mejorando la conversión alimenticia y el desarrollo de superficie de digestión, entre otros.

2.2. Preparación de galpón para pollos

Para recibir a los pollitos en los galpones, se deben de realizar varias acciones para que las condiciones de alojamiento sean las adecuadas para el confort del ave.

2.2.1. Galpón seleccionado

Después del tiempo de vacío y limpieza de todos los galpones se debe seleccionar cual se utilizará para la recepción del pollo en etapa cero, generalmente se inicia colocando a los pollitos en el orden que se fue limpiando y desinfectando los galpones hasta llenar la granja.

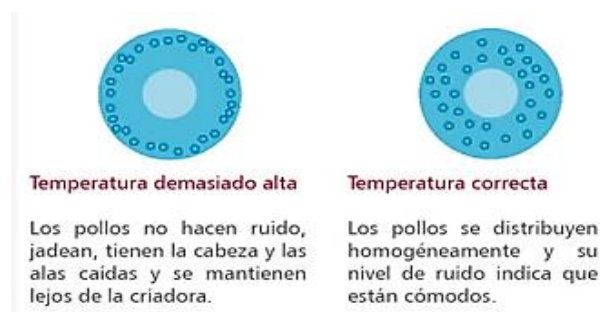
2.2.2. Manejo de cama

Para una producción avícola, durante la etapa de crecimiento la cama debe de tener como mínimo de 20 % y 30 % de humedad, por la razón de que se le observa un mejor plumaje y el crecimiento es casi normal. La conversión de alimento es mejor si brotará la coccidiosis ya que es más fácil de controlar su alimentación. Hay muchas formas de verificar si la cama esta humedad, pero la más sencilla es tomar un poco en la mano y apretarlo fuertemente, luego se abre la mano teniendo dos posibles resultados, en la cual, si esta blanda quiere decir que está correctamente hidratada, es importante que el aire seque la cama por la consecuencia de que el pollito se quemase sus patas por estar muy humedad y se enferme.

2.2.3. Requerimiento de manejo de pollos

En los primeros días de crianza, la ventilación juega un papel muy importante en la producción avícola, ya que ésta regula la temperatura interna y remueve todos los gases tóxicos que puedan perjudicar la salud de los pollitos, así mismo, se debe de saber manejar que las corrientes de aire circulen por el nivel del suelo, ya que el ave es muy susceptible al enfriamiento por el viento.

Figura 13. Manejo de temperatura utilizando criadoras de gas GLP



Continuación de la figura 13.



Fuente: Aviagen. *Manejo de temperatura utilizando criadoras de gas GLP.*

http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Manual-del-pollo-Ross.pdf. Consulta: enero de 2019.

2.3. Calor producido por los pollos

Los primeros 8 días de crecimiento son vitales para que el pollo crezca con buena salud, y para ello se debe de climatizar el área a una temperatura confort, esto se debe a que no son capaces de producir calor corporal, si no, hasta que llegan a tener de 14 a 16 días de crecimiento.

2.3.1. Tipo de ave

En la granja Santo Tomás y en las otras granjas de la compañía, el tipo de ave que se maneja son de raza Cobb o Ross, estas aves son de crecimiento rápido, de patas cortas y doble pechuga, tienden a asimilar las vitaminas y proteínas de la comida para poderlas convertir en carne efectiva para el alimento del ser humano, estas aves por tener este tipo de constitución son muy rentable en la industria avícola.

Por lo regular no deben de faltar en el alimento de estas razas de aves la proteína, minerales, vitaminas, enzimas y melaza, ya que por su constitución lo aprovecha a su máximo teniendo una mejor conversión de alimento, creciendo en carne eficientemente.

2.3.2. Tasa de metabolismo basal

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 la semana uno se mide día con día y de la semana dos en adelante se toma un solo día de referencia por cada semana.

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

- Eficiencia alimenticia

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

- Índice de productividad (IP)

Es la relación entre el peso promedio del lote y la conversión alimenticia del mismo. El índice de productividad se debe encontrar entre 75 % a 80 %, el excelente 100 % y un mal índice por debajo de 50 %.

IP : Índice de eficiencia * viabilidad de conversión alimenticia

Este dato nos ayuda a ver si al lograr un peso alto este es rentable ya que si logramos un peso regular pero una buena conversión habrá mayor rentabilidad a que si logramos un peso alto y una conversión mala. Este índice va de la mano del costo por libra y además nos indica el número de aves promedio con mejor conversión.

- Porcentaje de mortalidad

Se expresa en porcentaje (%) y se calcula dividiendo el número de aves muertas 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 4,1 %.

2.3.3. Incremento de calor por ingestión de concentrado

La limitación física del consumo de alimentos estaría dada por la existencia de enfermedades, estrés por calor y aumento en la ración de alimento.

2.3.4. Proceso fisiológico

Desde años pasados, el ave a colaborado con los estudios genéticos de los seres vivos, por su constitución interna el ave tiene mucho en común a la constitución del ser humano, estas aves por su forma de vivir y crecer, son fáciles de mantener y de convivir con ellos domésticamente. Desde su crecimiento en el huevo el embrión hace más fácil los estudios o experimentos que requieren manipulación quirúrgica, estudios recientes comprueban que las aves y en especial los pollos pueden crecer normalmente fuera del cascarón y formarse en incubadora especial para luego incorporarse con cualquier ave similar sin ningún problema a perder su genética.

2.3.5. Densidad del lote

No se debe colocar tantos pollos en un mismo galpón dado que requieren una temperatura ambiente para evitar la mortalidad, se debe de colocar la cantidad exacta por m^2 , aproximadamente de 13 a 15 por m^2 en galpones tipo convencional.

2.3.6. Temperatura ambiente

El pollito en sus primeros días de vida es incapaz de producir su propio calor, un pollito debe tener 40 °C para poder subsistir y no perder peso, si sobrepasa ese límite puede sofocarse y producir deshidratación, si se encuentra por debajo de esa temperatura el ave tiende a tener frío y a perder peso corporal. Por otro lado, al sobre pasar ambos límites de temperatura es probable que el ave enferme y cause la muerte de este.

2.4. Transferencia de calor

En un proceso de producción es de vital importancia controlar o tener controlado la temperatura interna del galpón y la humedad relativa, debido a que el ave puede enfermar por resequedad en el cuerpo, donde se obtiene como resultado el jadeo causando por efecto la muerte por paro respiratorio. Es importante tomar en cuenta para evitar este inconveniente la instalación de más ventiladores, no solo para refrescar el ave, sino también la recirculación de gases tóxicos nocivos que puedan causar algún daño al pollo y al ser humano.

2.4.1. Conducción

Es el calor transmitido del ave al aire, provocando evaporación corporal y por ende pérdida de calorías ave.

2.4.2. Convección

Es la transferencia que se da cuando entra aire frío en el galpón y choca con la temperatura del ave, cediendo su energía al aire por conducción y este se calienta por convección. Al calentarse el aire, su densidad disminuye y se hace más liviano, subiendo a la superficie.

2.4.3. Radiación

El ave pierde temperatura corporal, causando cambios en su metabolismo que le provocan la muerte.

2.4.4. Pérdida de calor

Para evitar la pérdida de calor se debe tener uniformidad la cual es una medida de variación del tamaño de las aves en un lote. Esta puede ser calculada por varios métodos, por ejemplo:

- Evaluación visual y subjetiva
- Por peso +/- 10 %
- Por coeficiente de variación
- Después del sacrificio – evaluaciones de los rendimientos en canal
- Cómo calcular la uniformidad de un lote:
 - Dividir el galpón en tres secciones
 - Tomar una muestra aleatoria de aproximadamente 100 aves por cada sección (o el 1 % de las aves)
 - Pesar individualmente y registrar los resultados Es importante pesar la totalidad de las aves atrapadas (excluyendo el descarte).
 - Contar el número de aves que caen en un rango que fuera de un 10% hacia arriba y hacia abajo del peso promedio de las 100 aves muestreadas. El número, como un porcentaje de la muestra, representa la cantidad del porcentaje de uniformidad del lote.

2.5. Factores que determinan la velocidad del aire en los galpones

Uno de los factores primordiales es la temperatura interna, por lo regular al calentarse éste se eleva y la circulación disminuye, esto es perjudica grandemente en la producción debido a que el pollo tiene pérdida de peso corporal repercutiendo seriamente en los índices de producción esperados.

2.5.1. Aislamiento

“Aproximadamente el 80 % del enfriamiento que se produce en un galpón tipo convencional es por la velocidad del viento que se mueve por encima de las aves. Las velocidades del aire en la intersección de un galpón pueden variar un 30 % o más como resultado de diferencias significativas en el enfriamiento de las aves en diferentes zonas del galpón (las paredes laterales en comparación con el centro)”.⁴

2.5.2. Ventilación 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.

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

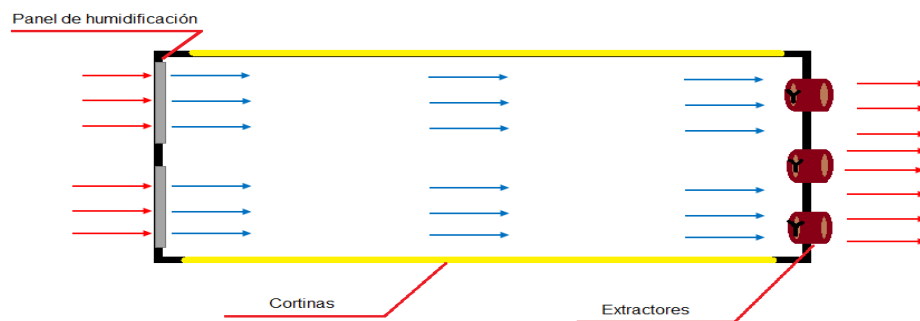
⁴ El sitio avícola. *Aislamiento*. <http://www.elsitioavicola.com/articles/2385/factores-que-determinan-la-distribucion-de-la-velocidad-del-aire-en-galpones-para-pollos-con-ventilacion-de-tunel/>. Consulta: enero de 2019.

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). El comportamiento de las aves es la mejor manera de evaluar su confort.

“En las construcciones con ventilación de túnel las aves tienden a emigrar hacia el extremo donde se encuentran las entradas de aire, cuando el clima es caluroso. Cuando el flujo del aire es correcto, las diferencias de temperatura entre las entradas y las salidas no son muy grandes. Si existen problemas de migración de las aves dentro del galpón, esto puede hacer que se pierdan las ventajas de la producción en un ambiente de túnel, por lo que la colocación de cercas anti migratorias a intervalos de 30 metros (100 ft) antes de los 21 días de edad evitará estos problemas. Se deberá evitar el uso de cercas divisorias sólidas, pues restringen el flujo del aire”.⁵

Figura 14. **Ventilación de túnel**



Fuente: elaboración propia.

⁵ Arbor Acres. *Guía de manejo del pollo de engorde*. http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/sm A-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf. Consulta: enero de 2019.

2.5.3. Sistema de enfriamiento evaporativo

“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, el cual 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 de la caseta”.⁶

Este enfriamiento se implementa para mantener la temperatura requerida dentro de la construcción, más que para disminuir las temperaturas que han llegado a niveles tan altos que causan estrés calórico. Son 3 los factores que afectan directamente al enfriamiento evaporativo

- Altas temperatura del aire exterior.
- Eficiencia de la evaporación.
- Humedad relativa (HR) del aire exterior.

Se pueden mencionar dos tipos de sistemas de enfriamiento evaporativo:

- Cortinas húmedas o galletas de evaporación.
- Sistema tipo nebulizador.
 - Galletas de evaporación o cortinas húmedas: de forma resumida se puede decir que, enfrían el aire cuando este pasa por ellos. El efecto del intercambio de calor surge cuando el agua fría cae por los poros de la galleta y el aire exterior pasa a través de este, ingresando al

⁶ Arbor Acres. *Guía de manejo del pollo de engorde*. http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/sm A-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf. Consulta: enero de 2019.

galpón el aire con baja temperatura (frío), el cual tiene como función expulsar los gases nocivos y refrescar el ave.

- Sistema tipo nebulizador: éste sistemas de nebulización reduce la temperatura aportando un mayor grado de humedad en los exteriores, además de esto causa por efectos una barrera que suprime el polvo.

2.5.4. Vacunación en la incubadora – vacunación del pollo de 1 día de edad

“La administración de vacunas por spray se utiliza en dos ambientes muy diferentes, la incubadora y la granja. La diferencia entre estos ambientes afecta tanto a los aspectos prácticos como a los técnicos de la vacunación”.⁷

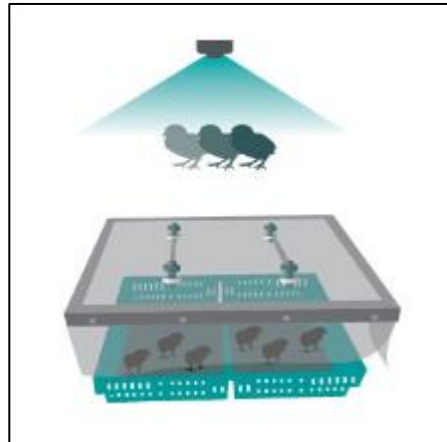
- La administración consiste en la vacunación de grupos pequeños de 80-150 pollitos al mismo tiempo, nebulizados en la caja de transporte.
- El volumen administrado a cada caja es exacto y constantemente controlado, lo que hace que haya una distribución uniforme de la vacuna sobre las aves.
- Actualmente, no hay ningún equipo capaz de producir un tamaño constante de partículas suficientemente pequeñas para que los pollitos la inhalen.

“El objetivo es cubrir los pollitos con la vacuna, por lo que la vacuna se administra directamente a sus ojos y fosas nasales y las gotitas que brillan, los

⁷ TORRUBIA DÍAZ, Javier. *Avicultura. Vacunación por nebulización*. <https://avicultura.info/vacunacion-por-nebulizacion/>. Consulta: enero de 2019.

animarán a picarlas de unos a otros y de la superficie de la caja. Por lo tanto, el tamaño de partícula en este caso, no es crítico, utilizándose gotitas de 100 a 300 micras, pero las menores de 100 pueden no llegar a la caja. Para la reconstitución de la vacuna debe utilizarse agua recién destilada, fría, ya que la temperatura del agua también tiene un impacto sobre la vida de la vacuna”.⁸

Figura 15. **Vacunación de aves**



Fuente: TORRUBIA DÍAZ, Javier. *Vacunación de aves*. <https://avicultura.info/vacunacion-por-nebulizacion/>. Consulta: enero de 2019.

- La uniformidad de la cobertura del aerosol en la caja.
- Si la altura de los inyectores es apropiada para que toda el agua caiga dentro de la caja.
- Si hubiera alguna obstrucción de los inyectores.
- Si el volumen nebulizado por cada inyector es el esperado.

⁸ Avicultura. *Vacunación por nebulización*. <https://avicultura.info/vacunacion-por-nebulizacion/>. Consulta: enero de 2019.

- Si el ajuste de la sincronización es correcto. Cuando la caja se mueve debajo del inyector, el aerosol se debe activar para comenzar al principio de la caja y acabar al final de la caja.
- Demasiada presión producirá el aerosol de golpe. El spray golpea la caja y crea una niebla que se desperdicia
- Tamaño de la gota
 - Uno de los factores más esenciales para elegir el equipo correcto para la vacunación por spray es entender la importancia del tamaño de la gota: Se ha demostrado en la bibliografía, que gotas menores de 50µm pueden llegar a inhalarse hasta el tracto respiratorio inferior, incluyendo pulmones y sacos aéreos, estimulando posiblemente una reacción adversa a la vacunación.
- Aparatos tradicionales
 - Los aparatos tradicionales a presión (que utilizan un recipiente de aire comprimido para producir las gotas) intrínsecamente producirán una amplia gama de tamaños de gota. Algunas de las gotas alcanzarán los tejidos diana, pero otras serán demasiado pequeñas y podrían causar reacciones adversas. Las gotas mayores se desperdiciarán probablemente al caer al suelo antes de alcanzar al ave. Dependiendo de las circunstancias este método puede ser una manera muy ineficaz de aplicar vacunas respiratorias.
- Disco rotatorio

- Los aparatos de spray que funcionan con aplicación controlada de la gota pueden proporcionar un aerosol de una gama muy estrecha de tamaños de gota.

“La mayoría de las gotas generadas tendrán un tamaño entre los 80-100 μm . Este tamaño de gota dará una banda de aerosol fino que cubrirá las aves uniformemente, pero no estará parado como una niebla en la granja, tal como puede ocurrir con una gota más pequeña”.⁹

Figura 16. **Distribución de gotas**



Fuente: *Distribución de gotas*. <https://avicultura.info/vacunacion-por-nebulizacion/>. Consulta: enero de 2019.

- Factores y recomendaciones ante una vacunación en spray en granja

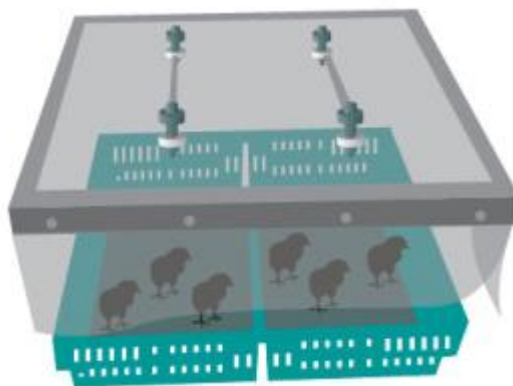
⁹ TORRUBIA DÍAZ, Javier. *Avicultura. Vacunación por nebulización*. <https://avicultura.info/vacunacion-por-nebulizacion/>. Consulta: enero de 2019.

- Tamaño de las gotas (idealmente entre 80 y 200 μm).
- Tipo de equipo nebulizador (si es de presión o disco rotatorio).
- Limpieza del equipo nebulizador (aparato reservado exclusivamente para vacunaciones después de cada operación, lavar bien)
- Calidad del agua (agua destilada o mineral de pH comprendido entre 5,5 y 7,2 y conservada en frío hasta la preparación de la vacuna).
- Volumen de solución (mayor con los aparatos de presión; en los de disco rotatorio, la cantidad de agua recomendada es de 1 litro)
- Disminuir la intensidad de la luz para que las aves estén más tranquilas.
- Cortar la ventilación cuando se entra a vacunar y no conectarla hasta 15 minutos después de haber vacunado.
- La duración del spray debe ser menor de 1 hora (tenerlo en cuenta para la ventilación).
- Comportamiento de las aves: encender el equipo para que las aves se acostumbren al ruido que produce. En las naves actuales, generalmente más anchas de 10 metros es aconsejable usar dos equipos. Los operarios deben caminar por el centro de la nave, separados de tal manera que la aspersion alcance a llegar hasta las aves que se encuentran en las paredes laterales. Pueden ayudarse de una tercera persona para hacer que las aves se muevan y

se encuentren en la zona de aspersión de los equipos. Dirigir la aspersión por encima de la cabeza de las aves y no directamente a su cuerpo, de tal forma que la aspersión caiga sobre las mismas. Verifique que las aves reaccionan a la aspersión con movimientos de cabeza o que abren y cierran los ojos.

- El trabajo debe incluir pasar dos veces a todo lo largo de la nave para así obtener una mejor cobertura y uniformidad de la aplicación.
- Concentración de aves: en caso de baja densidad de aves, como reproductoras, es conveniente reducir el espacio que ocupan.
- La aspersión debe hacerse en las horas frescas del día con la finalidad de proteger más la viabilidad de la vacuna y de poder manejar más tiempo las aves sin ventilación”.¹⁰

Figura 17. **Vacunación por nebulización**



Fuente: TORRUBIA DÍAZ, Javier . *Vacunación por nebulización*.

<https://avicultura.info/vacunacion-por-nebulizacion/>. Consulta: enero de 2019.

¹⁰ TORRUBIA DÍAZ, Javier Avicultura. *Vacunación por nebulización*. <https://avicultura.info/vacunacion-por-nebulizacion/>. Consulta: enero de 2019.

3. PROPUESTA DE MEJORA

3.1. Diseño de sistema de ventilación

En lugares donde el ambiente es caluroso, por lo regular la humedad relativa es afectada por el contorno de aire que recircula en una galera, por el cual es recomendable que se coloquen ventiladores de alta renovación en diferentes puntos para recircular el aire caliente, sino que también para refrescar el pollo.

Estos ventiladores deben de estar colocados de tal forma que abarquen la mayor cantidad de espacio haciendo un efecto de flujo de aire efectivo en toda la galera, motivo de expulsar el aire caliente y contaminado, dejando aire fresco y renovado. en los climas tropicales, debido a las altas temperaturas y humedad relativa, se ve afecta la calidad del aire, por lo que se recomienda en los negocios “avícolas” específicamente en los galpones, cuenten con sistemas de ventilación, siendo estos naturales o artificial.

Sin ventilación adecuada dentro de los galpones se puede ver afectada la conversión alimenticia, la ganancia de peso y la salud de las aves.

Un sistema de ventilación debe de cumplir con los siguientes requerimientos:

- Disminuir la temperatura dentro de un galpón, derivado del calor externo e interno generado por las áreas en producción.

- Eliminar los gases nocivos evitando el daño interno que pueda tener el ave por la falta de renovación de aire.
- Rebajar la humedad relativa del aire.
- Distribución de aire uniforme por medio del barrido de extremo a extremo del galpón, refrescando el ambiente dentro del él.
- Recirculación efectiva de aire.

3.1.1. Tipos de ventiladores

Existen diversidad de ventiladores, estos utilizados para diferentes usos y propósito, por los cual se pueden mencionar:

- Ventiladores con envolvente: que suelen ser tubulares, esto quiere decir que se encuentran dentro de un tubo.
- Ventiladores murales: conocidos como extractores, tiene la función de trasladar el aire entre dos espacios separados por un muro o pared.
- Ventiladores de chorro: sistema diseñado para proyectar una corriente de aire incidiendo sobre personas o cosas.
- Ventiladores transversales: la trayectoria del aire en el rodete de estos ventiladores es normal al eje tanto a la entrada como a la salida, cruzando el cuerpo del mismo.

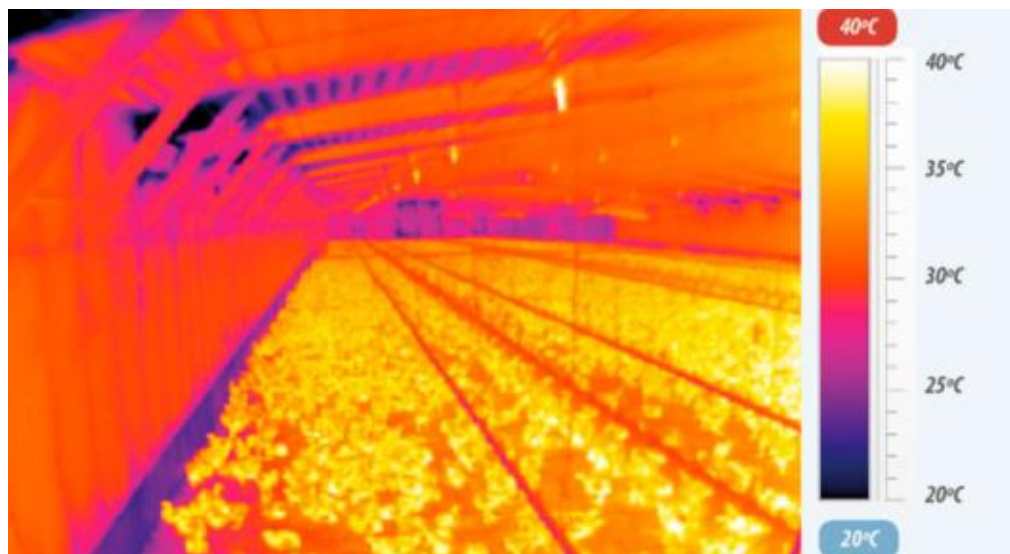
Los ventiladores más utilizados en las granjas avícolas en los galpones tipo convencional son los de mural, por su alta presión de aire, fácil instalación y bajo costo de mantenimiento.

3.1.2. Caracterización climática

“En ventilación mínima y de invierno las entradas de aire deben dirigir el aire hacia la parte más alta de la nave para modular el aire frío que entra del exterior y mantenerlo alejado de los pollos el mayor tiempo posible. Las entradas de aire también se deben diseñar para maximizar la eliminación del calor producido por los pollos en tiempo caluroso”.¹¹

La figura 18, muestra una foto térmica de una galera de crianza de pollos, en la que se ve el acondicionamiento adecuado del ingreso del aire al módulo central de la galera.

Figura 18. **Foto térmica de la parte central de un galpón con aves dentro**



Fuente: CZARICK, Michael. *Foto térmica de una nave de pollos*. <https://avicultura.info/sistema-de-ventilacion/>. Consulta: enero de 2019.

¹¹ Manejo y bienestar. *Diseño del sistema de ventilación*. <https://avicultura.info/sistema-de-ventilacion/>. Consulta: enero de 2018.

3.2. Manejo de ventilación

Para el manejo de la ventilación dentro del galpón de pollos se deben de tomar en consideración varios elementos para suministrar la cantidad y calidad de aire, que se va a suministrar dentro del mismo.

3.2.1. Ventilación requerida

Cuando el pollo esta pequeño no es muy aconsejable circular el aire dentro de una galera, debido a que el aire es frío y puede dañarlos a su temprana edad, pero cuando llegan a la etapa adulta y la temperatura se eleva por el calor que emanan las plumas, es aconsejable arrancar un ventilador y ajustarlo a una velocidad adecuada refrescando al ave y evitado el estrés calórico, logrando así un confort de los pollos.

3.2.2. Presión negativa

“Es importante también reconocer que el enfriamiento evaporativo, es más útil para cuando los pollitos tienen una edad de 28 días o más, a partir de esta edad sufren más por el estrés calóricos y para ello es importante brindarles un mejor confort. Garantizando reducir la mortalidad y aumentar la rentabilidad de su granja”.¹²

¹² MACAY MERO, Erick Antonio. Avicultura. *Enfriamiento por evaporación en galpones abiertos*. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/enfriamiento-evaporacion-galpones-abiertos-t27851.htm>. Consulta: enero de 2019.

3.2.3. Entradas de aire al galpón

Los ingresos de aire dentro de un galpón se pueden realizar por un sistema convencional, ingresando por las galletas de transferencia de calor, o las ventilas instaladas en la nave.

3.2.4. Ventilación de transición

La ventilación por transición es aquella que cuando el aire de afuera es más caliente que el aire que se encuentra dentro del galpón, y se requiera renovarlo, debe de haber un sistema que ayude a realizar el enfriamiento y recirculación de un aire más fresco, este se de hacer antes de que tenga contacto directo con el ave.

- La primera etapa de la ventilación de transición comienza cuando un sensor de temperatura prevalece sobre el reloj o *timer* para poner en marcha los extractores de ventilación mínima y, en algunos sistemas, poner en marcha algunos extractores adicionales (no de túnel) y las entradas de aire.
- Para eliminar todavía más el calor, se pueden utilizar alguno de los extractores de la ventilación de túnel para introducir aire a través de las entradas colocadas en las paredes laterales (modo de transición híbrido).

3.2.5. Ventilación de túnel

“La ventilación de túnel trata de simular un tubo donde el aire ingresa por un extremo y sale por el extremo opuesto. De esta forma se obtiene una velocidad de aire uniforme dentro del galpón. El aire ingresa por las aberturas

dejadas en ambas paredes laterales contra una de las culateras del galpón y sale a través de los extractores (en general de 48" o 52") ubicados en la culatera opuesta".¹³

Las naves tipo túnel es la mejor opción para una granja avícola, por lo que se puede tener una mejor opción como ventilación natural.

3.2.6. Temperatura efectiva

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).

3.3. Sistema de control de temperatura

El control de la temperatura se puede efectuar a través de la regresión lineal por medio de un modelo matemático o matriz, ingresada a un sistema de control automatizado, donde se plateé los horarios ideales para el arranque de los extractores en gradiente.

3.3.1. Temperatura variable

Al ingresar los pollitos a una galera, existen espacios determinados para los sus primeros días de recepción, este espacio es llamado Circulo materno, esto son calentados por medio de iluminación a una temperatura adecuada para los pollitos bebes. Al pasar los días y encontrarse en el peso corporal

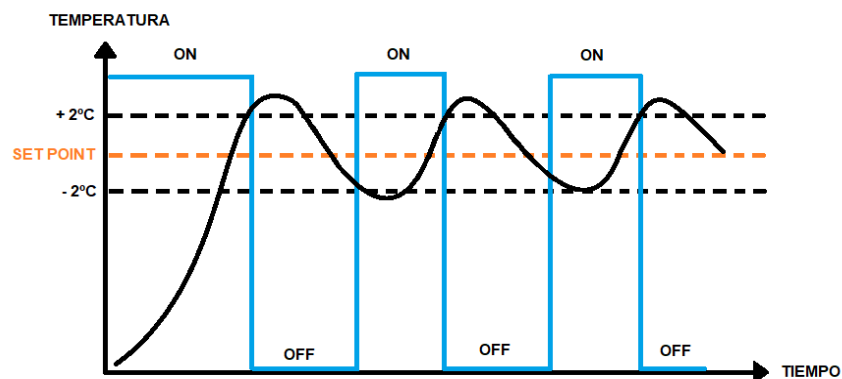
¹³ *Conceptos generales sobre sistemas de ventilación en galpones de pollos de engorde. Ventilación de túnel.* <https://docplayer.es/45286930-En-galpones-de-pollos-de-engorde-chore-time-brock-international.html>. Consulta: enero de 2019.

ideal, alcanzan temperaturas más altas por lo que se debe de inhabilitar el cirulo materno y crear muros para su dispersión dentro de la galera, ya que ellos son capaces de generar su propio calor corporal. Estos bloques o muros de dispersión se usan para separarlos y evitar su acumulación. Existen cálculos que determinan el número ideal que se deben de ingresar a un galpón en base sus medidas, esté número de aves por metro cuadrado evita o trata de evitar la pérdida de peso o muerte del pollo.

3.3.2. Margen de histéresis de temperatura

En el proceso avícola se puede tener un margen de error de 5 °C, lo que se puede optimizar mediante un control *ON/OFF* por histéresis tal como se muestra en la figura 19, la temperatura oscila alrededor del set point de temperatura variable ± 2 , cuando la curva está por debajo del margen de histéresis positivo, el calefactor trabaja en modo calefacción, una vez que excede dicho límite el calefactor trabaja en modo ventilación hasta que la temperatura sea menor que el margen negativo de histéresis, obteniendo una variación cíclica de temperatura de la variable a controlar.

Figura 19. Gráfico histéresis de temperatura

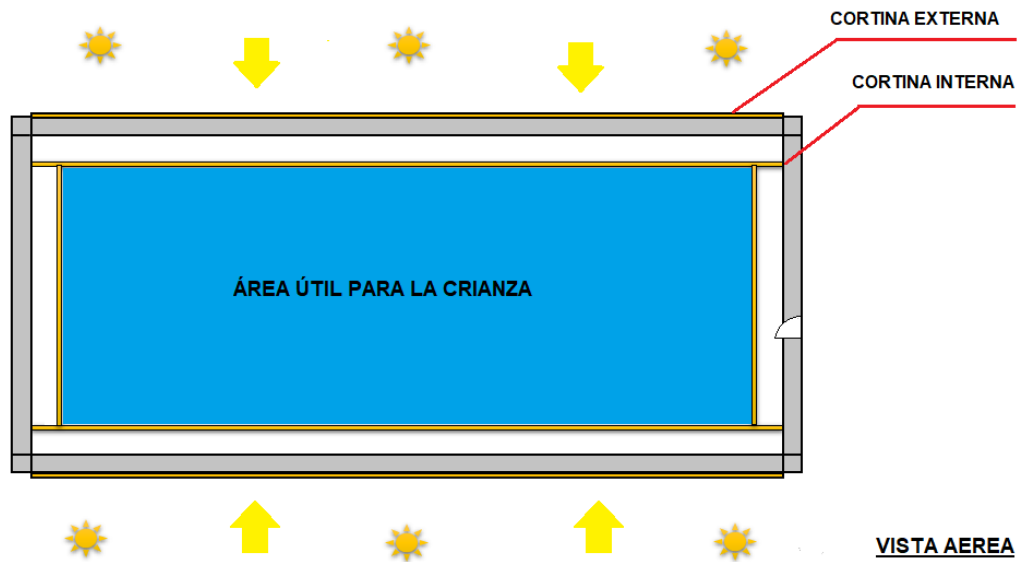


Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Aislamiento térmico

Para garantizar la conservación del calor generado por el calefactor se debe instalar un sistema de doble cortina, es decir la cortina externa existente que cubre los claros del galpón y aparte una cortina interna que forme un túnel dentro del galpón donde se ubicarán las aves y se les garantizara una temperatura adecuada sin altas variaciones, por lo regular éstas cortinas son de dos colores (banco y negro) esto con la intención que el color blanco se coloque hacia el exterior y repele la luz solar evitando el ingreso de más temperatura – (ver figura 20).

Figura 20. Diagrama de instalación de las cortinas dobles



Fuente: elaboración propia.

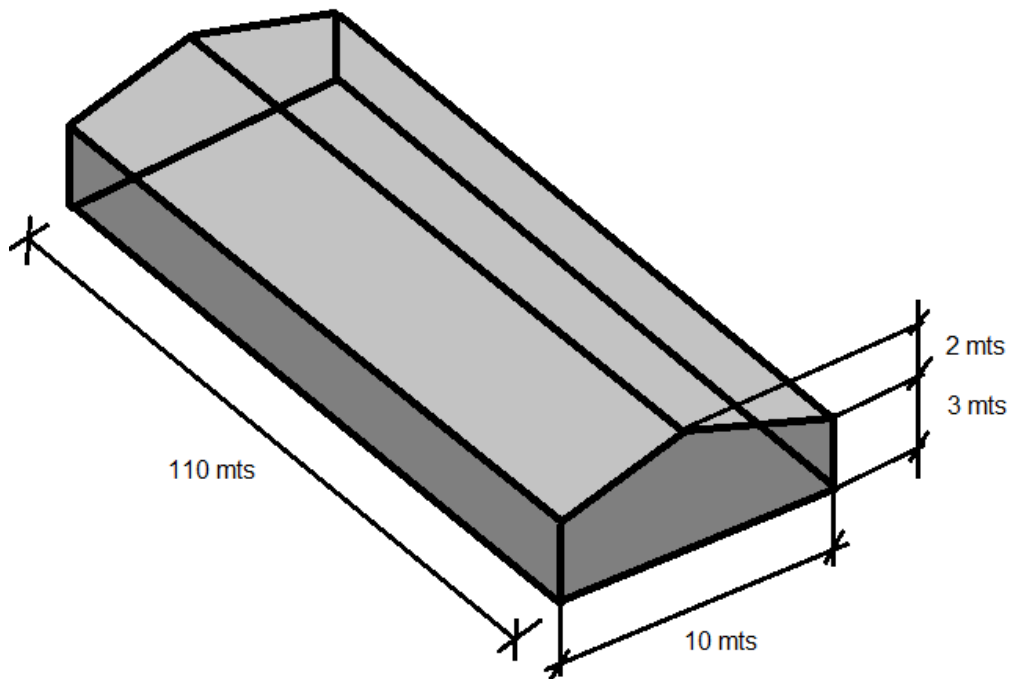
3.3.4. Potencia calorífica

Para realizar el cálculo del calentamiento ambiental de un galpón, se requiere como primer paso tener las dimensiones reales del módulo que se va a calentar (ver figura 21). Como segundo, se debe de realizar los cálculos con datos reales, utilizando la siguiente fórmula:

Área sección frontal = área sección triangular + área sección rectangular

$$\text{Potencia } \frac{\text{Kcal}}{\text{H}} = V * \Delta T * K \text{ (Ver ejemplo 1).}$$

Figura 21. Dimensiones del galpón



Fuente: elaboración propia.

Cálculo de calentamiento ambiental del galpón:

Área sección frontal

= Área sección triangular + área sección rectangular

$$\text{Área} = \left(\frac{10 * 1}{2} \right) + (10 * 3) = 35 \text{ m}^2$$

*Volumen de aire = área sección frontal * largo del galpón*

$$\text{Volumen} = 35 \text{ m}^2 * 110 \text{ m} = 3850 \text{ m}^3$$

Requerimientos caloríficos para volúmenes de Aire

$$\text{Potencia} = \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{H}} \right) = V * \Delta T * K$$

$$\text{Volumen del ambiente a calentar} = 3850 \text{ m}^3$$

$$\Delta T = 25 \text{ C}$$

K = 2 construcciones de pared simple

$$\text{Potencia} = 3850 \text{ m}^3 * 25 \text{ C} * 2 = 192500 \frac{\text{Kcal}}{\text{H}}$$

3.4. Componentes para control de temperatura

Se describe los componentes para el control de la temperatura en el proceso de crianza de pollos en una granja avícola de todos los materiales necesarios para realizar un buen sellado y hermetización de una galera tipo convencional, en las cuales podemos mencionar:

- Aislamiento por cortina de poliéster.
- Aislamiento por cortinas externas.
- Aislamiento por cortina interna.

3.4.1. Aislamiento por cortina de poliéster

Las cortinas son de poliéster con tejido plano, resistentes a la lluvia y alta protección contra los rayos UV. El sistema (malacate) de cortinas externa se maneja mediante un mecanismo de manivela con polea, cuerdas y contrapesos, del cual, la apertura y cierre estará a cargo del personal, el cual lo activara en horas donde la temperatura ambiente es muy elevada, es decir 11h-12h y de 15h-16h, hoy en día se usa sistemas tecnológicos que pueden controlar automáticamente con un control ubicado dentro de las galeras tipo convencional (Ver figura 22).

Figura 22. Cortinas externas



Fuente: elaboración propia.

Las cortinas internas constan de dos partes, una fija que cubrirá permanentemente los pollitos a una altura de 55 cm, y una parte plegable mediante ganchos, con lo cual se garantizará el ingreso de aire al interior del galpón y no directamente sobre los pollitos - (ver figura 23).

Figura 23. **Cortina interna**



Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Calefacción

En regiones donde la temperatura sea baja, se puede utilizar el sistema foguer nebulizado con un doble propósito, siendo éste un distribuidor de aire caliente por medio de un generador a diesel, el cual inyecta el aire caliente a la tubería y se recirculada por medio de los ventiladores internos.

3.4.3. Tubería de distribución de aire

El desfogue inyectado por medio del calentador se acopla a una tubería telescópica iniciando con un diámetro de 12" siendo reducida hasta un diámetro de 1", para su distribución en 12 galeras (1" por galera), esta tubería es fabricada en polietileno de alta resistencia térmica y fácil manipulación. La tubería cuenta con pequeños agujeros de 1/32" de diámetro alrededor de las aspas, lo que permite que la distribución de aire caliente sea uniforme dentro del galpón.

3.5. Sistema de control de humedad

Se necesitan varios requerimientos técnicos para el control de humedad en los galpones de pollo, en las cuales podemos mencionar la humedad relativa variable y humedad relativa en relación a los días de crianza.

3.5.1. Humedad relativa variable

De igual forma que la temperatura, la humedad relativa varía según los días de producción, empezando con un set point de 50 % de humedad relativa en los primeros días hasta niveles de 70 % a 80 % en las últimas semanas.

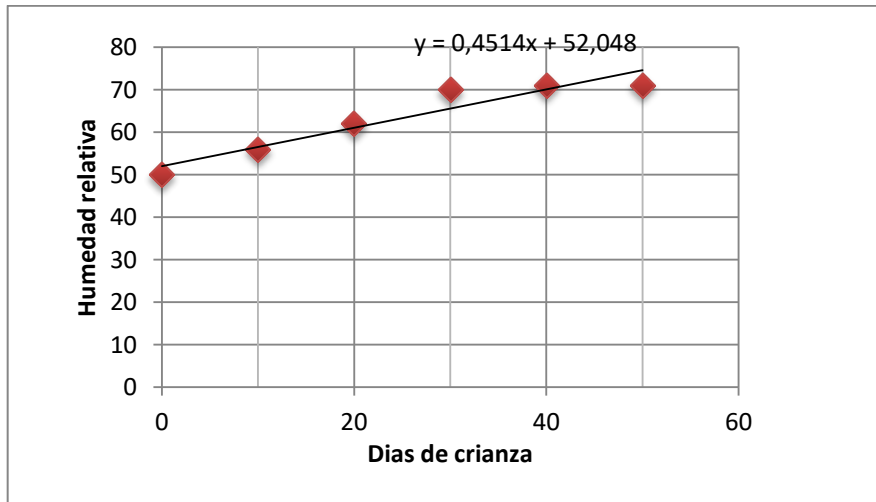
En base a datos proporcionados durante el estudio por parte del área de producción y utilizando la herramienta de Microsoft Excel, línea de tendencia, o matemáticamente con el método de regresión, podemos calcular aproximadamente el porcentaje (%) de humedad en diferentes días transcurridos de crianza.

Tabla II. **Humedad relativa en relación a días de crianza**

Días de crianza	Porcentaje de humedad relativa
0	50 %
10	56 %
20	62 %
30	70 %
40	71 %
50	72 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Humedad relativa vs días de crianza**



Fuente: elaboración propia.

3.5.2. Sistema de micronebulización

El uso de micro nebulizadores al interior del galpón incrementa la humedad, que permanentemente se está reduciendo por el efecto del calefactor, estos son muy utilizados en sectores donde la temperatura ambiente es elevada.

3.5.3. Dispositivos para control de humedad

Los nebulizadores proporcionan un rocío de micro partículas de agua de 65 micrones, posee boquillas en cruz con un alcance de 1m a la redonda y válvula anti goteo. Para su accionamiento se necesita una presión de 8 bares con un caudal de $7,5 \frac{\text{Litros}}{\text{Hora}}$, estos se colocan a lo largo de todo el galpón para dispersar agua en todos los espacios que se necesitan dentro del mismo.

Figura 25. **Nebulizadores**



Fuente: *Nebulizadores*.<http://ar.melinterest.com/articulo/MLA675341628-nebulizador-humedad-niebla-netafim-cuatro-boquillas/> Consulta: enero de 2019.

3.6. Monitoreo de la calidad del aire

La calidad del aire es muy importante en el desarrollo de las aves siempre que tengan niveles adecuados de oxígeno, amoníaco, monóxido y dióxido de carbono.

3.6.1. Requerimientos

Las condiciones requeridas de gases para el desarrollo de las aves en el proceso de crianza se describen en la tabla III.

Tabla III. **Condiciones ambientales requeridas**

Gas	Concentración máxima (ppm)
Amoniaco (NH ₃)	20
Monóxido de carbono (CO)	400
Dióxido de carbono (CO ₂)	5 000

Fuente: QUINTANA, José. *Manejo de las aves domésticas más comunes*. p. 50.

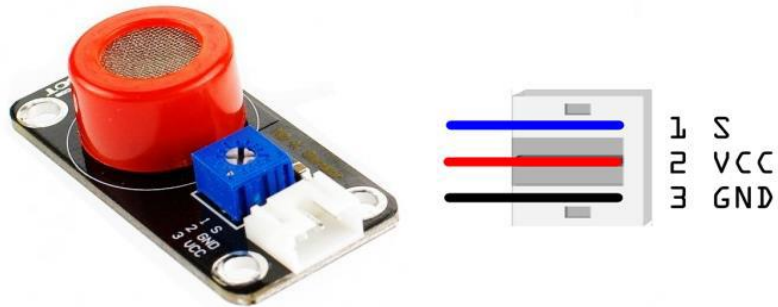
3.6.2. Equipo para control de la calidad del aire

Internamente se pueden colocar indicadores de monóxido de carbono, para mantener los índices de calidad y renovación de aire que se requiere dentro de una galera.

El sensor de monóxido de carbono posee las siguientes características:

- Voltaje de operación: 5 Vdc
- Salida análoga de 2,2- 4,5 Vdc
- Placa de acondicionamiento incorporada
- Tamaño 40x20 mm

Figura 26. **Sensor de monóxido**



Fuente: *Sensor de monóxido.*

<https://www.openhacks.com/page/productos/id/102/title/Sensoranal%C3%B3gico-de-mon%C3%B3xido-de-carbono-MQ7#.XDDzdVxKjIU>. Consulta: enero de 2019.

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En este capítulo se desarrolla una propuesta de enfriamiento interno de un galpón, utilizando un sistema de foguer nebulizado y ventilado para una mejor expansión, refrescando al ave en un área más amplia y con ello evitar el estrés calórico que sufre el pollo cuando hay demasiado calor debido al ambiente donde se está criando.

4.1. Análisis de indicadores

Para un mejor control del proceso de producción y crecimiento del ave, se establecen KPI'S o indicadores que puedan dar información de mortalidad por varias razones, tomando en consideración estos datos se realiza un estudio en uno de los galopes convencionales con medidas 10 x 110 metros de la granja Santo Tomas, durante una corrida de 8 semanas dándonos los siguientes resultados para iniciar con nel estudio y propuesta, ver tabla V.

4.1.1. Índice de mortandad debido a temperatura interna

En la tabla IV se puede observar la variación de mortalidad que sufre la granja durante cada semana, esto se debe a los diferentes climas variables que se presentan en el sector de Ceiba Amelia, asimismo, esto representa un índice más alto de mortalidad con respecto al estándar, por el cual se requiere profundizar y analizar más a fondo este índice para presentar la propuesta.

Cálculo de mortalidad máxima:

- Ancho: 10 metros
- Largo: 110 metros
- Pollos por m²: 13

Número de pollos por galera: ancho * largo * pollos por m²

Número de pollos por galera: 10 * 110 * 13 = 14 300 pollos

- Estándar máximo de mortalidad por galera: 4,5 %

$$14,300 * 4,5\% = 643,5 \text{ pollos}$$

Nota: se debe de tener como máximo de mortalidad por galera de 643,5 pollos.

Tabla IV. **Porcentaje de mortalidad**

Semana	Mortalidad	Mortalidad acumulada	% de Mortalidad	% de mortalidad acumulada
1	135	135	21	21
2	102	237	16	37
3	96	333	15	52
4	110	443	17	69
5	120	563	19	88
6	105	668	16	104

Fuente: elaboración propia.

En esta producción se puede observar un porcentaje acumulado de 104 % de morbilidad, lo cual se encuentra un 4 % por encima del estándar, representando una cantidad de 24,5 pollos. Indicando una deficiencia durante la corrida de producción.

4.1.2. Temperatura en galpones tipo convencional

En la tabla V, se puede observar la comparación de mortalidad de las aves en dos corridas de producción en los últimos cuatro meses del 2017. En los meses de noviembre y diciembre, se puede ver que disminuye considerablemente, dado que se tuvo un mejor cuidado de las aves, un control de su alimentación y una limpieza constante de las áreas de la granja. Un factor muy importante que incide en la baja de mortalidad fue debido a que estos dos meses finales del año por lo regular el tiempo es menos caluroso, obteniendo una mejor recirculación de aire fresco dentro de las galeras, teniendo un control más estable sobre la producción.

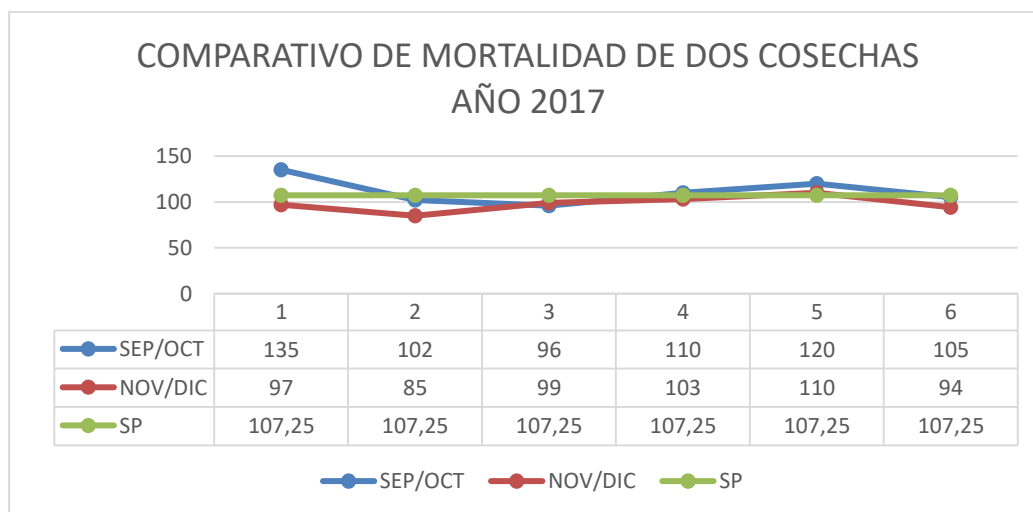
Tabla V. **Comparación de mortalidad**

TABLA VI: COMPARATIVO DE MORTALIDAD DE DOS COSECHAS AÑO 2017

SEP/OCT	NOV/DIC	SP
135	97	107,25
102	85	107,25
96	99	107,25
110	103	107,25
120	110	107,25
105	94	107,25

Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Comparación de mortalidad**



Fuente: elaboración propia.

4.1.3. **Peso corporal**

Para obtener el peso corporal promedio del ave, se debe de calcular una muestra semanal de 100 unidades aproximadamente, esto con la finalidad de observar si las aves están asimilando el alimento (concentrado) que se le suministra a través de los silos, para revisar si su índice de conversión (alimento por carne) se encuentran en los estándares de la producción, ver tabla VI.

Tabla VI. **Peso semanal mixto**

TABLA VI: COMPARATIVO DE LOS PESOS CORPORALES MIXTOS, MUESTRA DE 100 AVES SEMANALES

SEMANA	PESO EN GRAMOS SEPT / OCT	PESO EN GRAMOS NOV / DIC
1	164,00	179,00
2	430,00	440,00
3	830,00	830,00
4	1 397,00	1407,00
5	2 017,00	2 032,00
6	2 625,50	2 635,50

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Pesos semanales**



Fuente: elaboración propia.

4.1.4. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia en una crianza de aves, es el índice de cambio de la cantidad de alimento que ellos consumen con el peso corporal que ganan, este es un buen indicador para el manejo del ave, debido a que proporciona la revisión de crecimiento y peso en una producción avícola. La tabla VII nos muestra la comparación de conversión alimenticia ideal durante los cuatro meses (septiembre, octubre, noviembre y diciembre) del 2017 que se realizó para el desarrollo de la investigación en la granja Santo Tomás.

Tabla VII. Comparación de conversión alimenticia

SEMANA	PESO EN GRAMOS SEPT / OCT	PESO EN LIBRAS SEPT/OCT	TONELADAS CONSUMIDAS EN 14,300 AVES	PESO EN GRAMOS NOV / DIC	PESO EN LIBRAS NOV / DIC	TONELADAS CONSUMIDAS EN 14,300 AVES
1	164,00	0,36	3,81	179,00	0,39	4,17
2	430,00	0,95	6,18	440,00	0,97	6,13
3	830,00	1,83	9,29	830,00	1,83	9,08
4	1397,00	3,08	13,17	1 407,00	3,10	13,44
5	2017,00	4,44	14,40	2 032,00	4,48	14,56
6	2625,50	5,78	14,14	2 635,50	5,81	14,05
TOTAL			61			61,5

Fuente: elaboración propia.

La conversión alimenticia, es la división de los factores de libras de alimento consumido entre las libras de pollos vivos.

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Libras de alimento proporcionadas}}{\text{Libras de carne producidas}}$$

Calculando:

Conversión alimenticia septiembre – octubre:

- Alimento proporcionado = 61 toneladas

$$61 \text{ toneladas} = \frac{2\,204,62 \text{ Libras}}{1 \text{ tonelada}} = 134\,796,87 \text{ lb}$$

- Promedio de peso en libras por pollo al final de la producción = 5,78234 lb
- Pollo por galera convencional sin mortandad = 14 300
- Carne producida = 82 687,47 lb

*Carne producida = promedio de peso * núm. de pollo en galera*

$$\text{Carne producida} = 5,78234 * 14\,300 = 82\,687,47 \text{ lb}$$

- Valor de conversión Lb/carne = $1,63 \frac{\text{lb}}{\text{carne}}$

$$\text{Conversión Alimenticia (Sept – Oct)} = \frac{134\,796,87}{82\,687,47} = 1,63 \frac{\text{lb}}{\text{carne}}$$

Conversión alimenticia noviembre – diciembre:

- Alimento proporcionado = 61,5 toneladas

$$61,5 \text{ toneladas} = \frac{2\,204,62 \text{ Libras}}{1 \text{ tonelada}} = 135\,429,40 \text{ lb}$$

- Promedio de peso en libras por pollo al final de la producción = 5,81 lb
- Pollo por galera convencional sin mortandad = 14 300
- Carne producida = 83 083 lb

Carne producida = promedio de peso núm. de pollo en galera

$$Carne producida = 5,81 * 14 300 = 83 083 lb$$

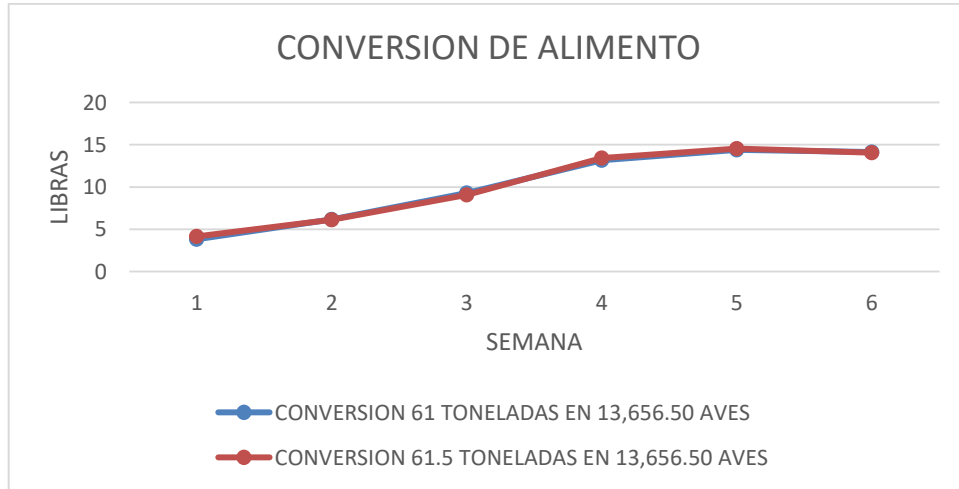
- Valor de conversión Lb/carne = $1,63 \frac{lb}{carne}$

$$Conversión Alimenticia (Nov - Dic) = \frac{135 429,40}{83 083} = 1,63 \frac{lb}{carne}$$

Como se puede observar en la tabla VII ambas corridas existe una conversión alimenticia de 1,63 Lb/carne, pero en el mes de noviembre y diciembre se observa un aumento en el alimento proporcionado a las aves y una ganancia de peso en ellas, debido a que las aves están con mejor salud por el confort interno del galpón.

La figura 29 se muestra el consumo de alimento y la ganancia de carne corporal en las aves, por cada 1,63 libras de alimento proporcionada al ave aumenta 1 lb de carne. La gráfica se elabora tomando un 4,5 % de mortalidad sobre la producción total del galpón, siendo este el máximo permisible para que tengamos un índice de productividad ideal. Si esté porcentaje ideal se logrará disminuir, la eficiencia productiva es más exitosa.

Figura 29. **Conversión alimenticia**



Fuente: elaboración propia.

4.1.5. **Eficiencia alimenticia**

La eficiencia alimenticia es la relación que existe entre la cantidad de libras obtenidas en toda la parvada dividido el libraje de alimento proporcionado a las aves en toda la producción.

Ecuación de indicador de eficiencia alimenticia:

$$Eficiencia\ alimenticia = \frac{Libras\ de\ carne\ producidas}{Libras\ de\ alimento\ proporcionadas}$$

$$Eficiencia\ alimenticia\ sep - oct = \frac{82\ 687,47}{134\ 796,87} = 61\ \%$$

$$Eficiencia\ alimenticia\ nov - dic = \frac{83\ 083}{135\ 429,40} = 61\ \%$$

Como se puede observar en ambas corridas se obtiene una eficiencia de 61 %, debido a que para aumentar 1 lb de carne deben consumir 1,63 libras de alimento.

4.2. Propuesta de diseño

Según concepto de manejo de temperaturas avícolas, la tasa de ventilación mínima es la cantidad de aire requerido por hora para aportar suficiente oxígeno a las aves y mantener la calidad del aire.

En los galpones tipo convencional la tasa de ventilación máxima, bajo clima tropical, es la cantidad de aire que se requiere por hora para expulsar el calor producido por los pollos, de tal manera que la temperatura dentro del galpón se mantenga a un nivel de no más de 3 °C (5,4 °F) por encima de la temperatura externa.

Las tasas de ventilación máxima se rebasarán cuando el enfriamiento de las aves se realice utilizando la pérdida de calor por convección, mediante la ventilación forzada como ventiladores convencionales con frizado de agua instalados en diferentes puntos de la nave.

Tabla VIII. Tasas de ventilación

Tabla X: TASAS DE VENTILACION EN DIFERENTES SEMANAS DE CRECIMIENTO DE AVES												
Medidas 10 X 110	Aves/M ² 14,300.00	Cap Ext (3 Uni) 50,984.00										
Semanas	Peso Corp Kg	Peso Corp Lb	Vmin / m ³ /h	Vmin / p ³ /m	Vmax / m ³ /h	Vmax / p ³ /m	Vmin Total	Vmax Total	PASO No. 2 % Text Vmin	PASO No. 3 Tmar Ext		
1	0.050	0.110	0.076	0.045	0.761	0.448	1.087	10,882	2%	0.11		
1	0.100	0.220	0.128	0.076	1.280	0.754	1.830	18,304	4%	0.18		
1	0.200	0.441	0.215	0.127	2.153	1.268	3.075	30,788	6%	0.30		
1	0.300	0.661	0.292	0.173	2.919	1.719	4.176	41,742	8%	0.41		
2	0.400	0.882	0.362	0.214	3.621	2.133	5.177	51,780	10%	0.51		
2	0.500	1.102	0.428	0.253	4.281	2.522	6.120	61,218	12%	0.60		
2	0.600	1.323	0.491	0.291	4.908	2.891	7.021	70,184	14%	0.69		
2	0.700	1.543	0.551	0.326	5.510	3.245	7.879	78,793	15%	0.77		
3	0.800	1.764	0.609	0.361	6.090	3.587	8.709	87,087	17%	0.85		
3	0.900	1.984	0.665	0.394	6.653	3.919	9.510	95,138	19%	0.93		
3	1.000	2.205	0.720	0.426	7.200	4.241	10.296	102,960	20%	1.01		
4	1.200	2.646	0.826	0.489	8.255	4.862	11.812	118,047	23%	1.16		
4	1.400	3.086	0.927	0.549	9.267	5.458	13.256	132,518	26%	1.30		
4	1.600	3.527	1.024	0.606	10.243	6.033	14.643	146,475	29%	1.44		
5	1.800	3.968	1.119	0.662	11.189	6.590	16.002	160,003	31%	1.57		
5	2.000	4.409	1.211	0.717	12.109	7.132	17.317	173,159	34%	1.70		
6	2.200	4.850	1.301	0.770	13.006	7.661	18.604	185,986	37%	1.83		

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestra una serie de pasos para el cálculo de la tasa de ventilación, en otras palabras; el tiempo promedio que debe pasar un ventilador funcionando para renovar el aire dentro del galpón.

- Paso 1: se debe de calcular la tasa total de ventilación que se requiera para el galpón en metros cúbicos por hora ($\frac{m^3}{h}$).
 - *Ventilación total =*
*(Tasa de ventilación * núm. de aves dentro del galpón).*
 - Un galpón convencional con 14 300 pollos que pesan aproximadamente 800 g (1,76 lb) a los 20 días de edad.
 - La tasa de ventilación mínima es 0,609 ($\frac{m^3}{h}$) por ave (véase tabla X).

La ventilación total requerida es $0,609 \left(\frac{m^3}{h}\right) * 14,3000 \text{ aves} = 8\,708,70 \left(\frac{m^3}{h}\right)$

- Paso 2: Calcular el porcentaje del tiempo de ventiladores en marcha.
 - Suponiendo que el número de ventiladores que se utilizan comúnmente para la ventilación mínima son tres, se debe calcular el porcentaje del tiempo que estos deben de estar funcionando para lograr la tasa total de ventilación, como se menciona anteriormente deben de ser tres ventiladores de 36" cada uno con capacidad de $16\,978 \left(\frac{m^3}{h}\right)$.

$$\text{Porcentaje del tiempo} = \frac{\text{Ventilación total necesaria}}{\text{Capacidad total de los ventiladores utilizados}}$$

$$\text{Capacidad total de los ventiladores} = 16\,978 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right) \times 3 = 50\,934 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Porcentaje del tiempo} = 8\,708,7 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right) \div 50\,934 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right) = 0,17 = 17 \%$$

Por lo tanto, será necesario que los 3 ventiladores de 36" estén funcionando el 17 % del tiempo.

- Paso 3: Instalando un *timer* de 5 minutos, el tiempo de funcionamiento del timer se calcula multiplicando el porcentaje del tiempo necesario por el ciclo total de los ventiladores (5 min).
 - *Calculo del % en minutos* = (5 min* 0,17 %) = 0,85 min o 51 seg
 - Los ventiladores estarán en marcha durante 51 segundos de cada 5 minutos.

4.2.1. Estudio de proyecto para un sistema de enfriamiento

Debido a las variaciones de temperatura que se presentan durante el año en el sector de Ceiba Amelia, se realiza la siguiente propuesta para poder disminuir como máximo un 3 % del gradiente de temperatura dentro del galpón. Como se menciona en el inicio del capítulo. 4, se realiza una propuesta de un sistema de frizado de agua fría adaptable a los ventiladores instalados dentro de los galpones de pollo, recirculado por las torres de enfriamiento ubicadas estratégicamente para poder suplir las necesidades requeridas en todas las galeras.

4.2.1.1. Estructura

El diseño de las entradas de aire que se utilizan para la ventilación es de gran importancia para lograr una buena mezcla del aire fresco de nuevo ingreso con el aire caliente dentro del galpón, sin permitir que el aire frío del exterior fluya directamente sobre las aves.

El prototipo adaptable según la figura 33 muestra un ventilador de 6 aspas de un tamaño de 36” de diámetro, con un anillo de PVC con frisado de agua, instalados alrededor del anillo protector de las aspas, colocados de tal forma que al encender el ventilador procure expandir una superficie con suficiente volumen de nube de agua fría, para refrescar el ambiente y por consiguiente a las aves que circulan en ese espacio, cabe mencionar que el propósito es refrescar y no mojar a las aves ya que pueden sufrir quebrantamientos de salud como quemaduras en sus patas por cama húmeda.

4.2.1.2. Mano de obra

Por ser una instalación fácil de realizar, la mano de obra de la instalación del sistema adaptable a los ventiladores la puede realizar el personal de mantenimiento de la granja, teniendo el debido cuidado durante la instalación siguiendo las indicaciones referidas en el párrafo anterior (véase 4.2.1.1).

4.2.1.3. Costo energético

Con base en datos proporcionados por la granja Santo Tomás, el costo energético de tener 8 ventiladores instalados en un galpón convencional, nos representa un aproximado de Q5 000,00 quetzales durante un proceso de producción de 2,5 meses, tiempo que dura una cosecha de crianza de pollos.

4.2.1.4. Enfriamiento del agua recirculada

La temperatura del agua que llega al sistema foguer nebulizado instalado en los ventiladores del galpón debe de ser completamente fría, por lo que se coloca una torre de enfriamiento por convección (transferencia de calor) de una tonelada de capacidad como mínimo (ver figura 32), la cual debe llevar una instalación de tubería tipo circuito cerrado, recirculando el agua y logrando el propósito necesario para el desarrollo de la propuesta.

4.2.2. Inversión inicial de la propuesta del diseño

Luego de realizar un análisis de costo por la revisión, se determina que el monto inicial es de Q 75 000,00 capitalizable durante los siguientes 5 años, con una tasa de interés del 8 % cada año, tomando la depreciación del equipo con Q650,00, costo de mantenimiento Q375,00, costo de mano de obra Q0,00 e ingresos de Q 710 411,13 por venta de la producción anuales por galera.

- Depreciación del equipo = Q 650,00
- Costo de mantenimiento = Q 375,00
- Costo de mano de obra = Q 0,00
- Ventas de la producción por galera = Q 710 411,13

A continuación, se describe los costos para la inversión del sistema adaptable foguer nebulizado.

Costos

- Inversión Inicial = Q 75 000,00
- Costos anuales = Q 69 216,00
- Tasa al 8 %

Flujo de efectivo (tabla IX): este se calcula restando las entradas y salidas de efectivo que representan las actividades de 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).

Tabla IX. **Flujo de efectivo**

INGRESOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Venta del Producto	Q 710 411,13	Q 710 411,13	Q 710 411,13	Q 710 411,13	Q 710 411,13
Total de Ingresos	Q 710 411,13	Q 710 411,13	Q 710 411,13	Q 710 411,13	Q 710 411,13

EGRESOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Depreciación del Equipo	Q 650,00	Q 650,00	Q 650,00	Q 650,00	Q 650,00
Mantenimiento	Q 375,00	Q 375,00	Q 375,00	Q 375,00	Q 375,00
Mano de Obra	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -
Pollito	Q 17 875,00	Q 17 875,00	Q 17 875,00	Q 17 875,00	Q 17 875,00
Toneladas de alimento	Q 11 566,00	Q 11 566,00	Q 11 566,00	Q 11 566,00	Q 11 566,00
Cascarilla de arroz	Q 13 750,00	Q 13 750,00	Q 13 750,00	Q 13 750,00	Q 13 750,00
Servicios (agua, Luz, gas)	Q 25 000,00	Q 25 000,00	Q 25 000,00	Q 25 000,00	Q 25 000,00
Total de Egresos:	Q 69 216,00	Q 69 216,00	Q 69 216,00	Q 69 216,00	Q 69 216,00
FLUJO DE EFECTIVO:	Q 641 195,13	Q 641 195,13	Q 641 195,13	Q 641 195,13	Q 641 195,13

Fuente: elaboración propia.

4.2.3. Análisis costo beneficio

Para la generación del VPN (valor presente neto) se debe considerar:

- Factor de Descuento: es un valor que indica la proyección de la tasa de inflación del año 1 al 5, tomando como base el TREMA, el comportamiento de las principales variables de la política del Banco de Guatemala.

$$\frac{1}{(1+i)^t}$$

- i = % de tasa de descuento
- t = tiempo en años

Tabla X. **Cálculo del valor presente neto**

	Inversión Inicial	Año 1 2018	Año 2 2019	Año 3 2020	Año 4 2021	Año 5 2022	% descuento 8 %
Flujo Efectivo		Q69 216,00	Q69 216,00	Q69 216,00	Q69 216,00	Q69 216,00	
Factor Descuento		93 %	86 %	79 %	74 %	68 %	
Valor Presente	-Q 75 000,00	Q64 088,89	Q59 341,56	Q54 945,89	Q50 875,83	Q47 107,25	

VPN	Q 201 359,42
-----	--------------

Fuente: elaboración propia.

La tasa interna de retorno se calculó de la siguiente manera:

$$TIR = i_1 + (i_2 - i_1) \frac{VAN_1}{VAN_1 - VAN_2}$$

$$i_1 = 8 \% = VAN_1 = 201\,359,42$$

$$i_2 = 90 \% = VAN_2 = -1\,199,29$$

$$TIR = 0,08 + (0,90 - 0,08) \frac{201\,359,42}{201\,359,42 - (-1\,199,29)} = 0,88 * 100 = 88 \%$$

4.2.4. Factibilidad del diseño propuesto

Para determinar la factibilidad del diseño propuesto debemos analizar los datos del valor presente neto (VPN) y la tasa de interés de retorno (TIR).

Datos:

- VPN: 201 359,42
- TIR: 88 %

Como se puede observar en datos, nuestro valor presente neto (VPN) nos indica un valor positivo, esto quiere decir que nuestro negocio es rentable (tendrá ganancia) y con una tasa de interés de retorno (TIR) mayor al coeficiente de retorno propuesto $i = 8\%$, encontrándose esta tasa entre el límite de rentabilidad.

Por consiguiente, se determina que el proyecto tendrá un retorno de inversión y ganancia a través de los años, siendo nuestro ingreso más alto que nuestros gastos, por lo que la propuesta del foguer nebulizado instalado en los ventiladores para la disminución térmica interna del galpón es factible.

4.3. Impacto del sistema propuesto para la disminución térmica interna de los galpones

Según el estudio realizado de este sistema conlleva a la disminución térmica del galpón, teniendo como impacto la disminución de mortalidad, buena salud del ave, confort dentro del galpón, disminución del gradiente de temperatura, mejor índice de conversión de alimento, disminución del estrés

calórico, peso corporal uniforme, viscosidad y consistencia de las heces, entre otros.

4.3.1. Temperaturas promedio

Además de un correcto ajuste de temperatura la ventilación debe ser considerada. La ventilación distribuye el aire fresco uniformemente en todo el galpón y mantiene una buena calidad de aire en el área de crianza. Los pollitos son más susceptibles a una mala calidad de aire que los pollos de más edad. Por consiguiente, niveles de amoníaco que producen un efecto limitado en un lote de siete semanas de edad pueden reducir el peso corporal de los pollitos de una semana en un 20 %. Los niveles de amoníaco deben mantenerse todo el tiempo bajo 10 ppm (Partes por millón).

Los pollitos también son muy susceptibles a las corrientes de aire. Velocidades de aire tan bajas como 0,5 m/s (100 ft/min) pueden causar un efecto de enfriamiento por viento en pollitos de un día de edad. Si se usan ventiladores de circulación, estos deben apuntar hacia el techo para disminuir las corrientes de aire a la altura de los pollitos.

Tabla XI. **Velocidad máxima de aire al nivel de las aves según edad**

Edad de las aves	Metros por segundo
0 - 14 días	0,3
15 - 21 días	0,5
22 - 28 días	0,875
28 o más días	1,75 - 3,0

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Índice de mortandad promedio por galpón

Según estudios realizados en empresas de producción avícola a nivel mundial, el índice promedio de mortandad oscila entre 3,1 % a 4,5 % de toda la granja, esto puede variar según el manejo y confort que se le dé al ave en el proceso productivo de crianza. A continuación, se muestra una comparación de mortalidad de los últimos cuatro meses del 2017 vs lo esperado en el 2018 con el sistema foguer nebulizado en la granja Santo Tomas Ceiba Amelia, (véase tabla XII).

Tabla XII. **Comparación de mortalidad**

SEMANA	MORTALIDAD SEP – OCT 2017	MORTALIDAD NOV - DIC 2017	MORTALIDAD SEP – OCT 2018	MORTALIDAD NOV - DIC 2018
1	135	97	128	95
2	102	85	99	79
3	96	99	89	91
4	110	103	112	99
5	120	110	114	105
6	105	94	101	92
TOTAL	668	588	643	561

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la comparación de los años de la tabla XII, existe una disminución considerable de mortandad de ave, entrando en ambas corridas de producción del 2018 en el máximo permisible del 4,5 % (643,5 pollos), teniendo una crianza más exitosa.

4.4. Manejo del ambiente

La temperatura objetivo para el mejor rendimiento del pollo cambia diariamente durante el engorde por lo que es necesario ajustar acordemente la ventilación.

4.4.1. Manejo ambiental

El objetivo de temperatura para el mejor rendimiento del pollo productor de carne cambia durante el período de crecimiento, por lo general de aproximadamente 30 °C (86 °F) el Día 1, a aproximadamente 20 °C (68 °F) o menos al momento de enviar la parvada al mercado (asumiendo una humedad relativa ideal de 60 a 70 %), dependiendo del tamaño de las aves y de otros factores.

La temperatura que realmente siente el ave depende de la temperatura de bulbo seco y de la humedad relativa. Si ésta está fuera del rango ideal de 60 al 70 %, se deberá ajustar la temperatura de la nave al nivel de los pollos. Por ejemplo, si la humedad relativa es cercana al 50 %, la temperatura de bulbo seco el primer día tal vez se deba incrementar a 33,3 °C (92 °F). Por lo tanto, debemos ajustar acordemente la ventilación para mantener la temperatura óptima. En todas las etapas, es necesario supervisar y registrar (monitorear) el comportamiento de las aves para asegurar que perciban las temperaturas adecuadas.

4.4.2. Factores climáticos

El principal factor que influencia el tipo y el estilo de las naves es el clima, pues las diferentes condiciones de éste determinan las distintas estrategias de

ventilación y calefacción, y afectan la densidad de población posible o deseable. En términos generales, las condiciones extremas requieren equipo cada vez más sofisticado para controlar el ambiente interno y esto es válido también para las prácticas de manejo. Cuando existen variaciones estacionales pronunciadas en el clima, es posible que las naves necesiten sistemas de ventilación tanto para clima caluroso como para clima frío.

4.4.2.1. Clima extremadamente frío

En los lugares de producción de pollo de engorde donde puedan existir situaciones de frío extremo durante algunos períodos del ciclo de producción, deberán tomarse ciertas precauciones particulares con respecto al diseño y la operación de las naves avícolas.

En lo que se refiere a los efectos directos sobre la salud y el rendimiento de las aves, el aire con una temperatura extremadamente baja también lo es en su contenido de humedad, de tal manera que cuando este aire se calienta y se mezcla con el interior del galpón, con frecuencia es posible tener condiciones sumamente secas que pueden afectar la salud de los animales. La humedad relativa baja en extremo durante la producción en invierno significa que las aves respirarán más calor que las desarrolladas en ambientes con mayor humedad relativa, por lo que su pérdida de calor también será mayor y, para compensar esta pérdida, es frecuente que tengamos que incrementar los puntos de ajuste de temperatura. Al mismo tiempo, por lo general los encargados se ven tentados a reducir el tiempo de ventilación con el objeto de bajar los costos del combustible, pero esto puede constituir un error grave, pues las mermas del rendimiento causadas por una ventilación inadecuada en tiempo frío pueden ser mayores que los costos adicionales de combustible.

En condiciones de frío extremo también debemos tomar en cuenta problemas con la estructura que no son comunes en los climas más templados. Cuando la temperatura externa está muy por debajo del punto de congelación es más importante y más difícil evitar introducir el aire de afuera directamente sobre las aves, por lo que se puede necesitar un plenum de precalentamiento (o antesala de calefacción) para acondicionar el aire antes de que entre al galpón.

4.4.2.2. Clima frío

En las granjas ubicadas a grandes alturas con temperaturas de invierno prolongadas, por lo general no se requiere ventilación de túnel ni enfriamiento evaporativo para manejar el calor que generan las aves.

Se necesita ventilación forzada con presión negativa para mantener a las aves confortables y con un rendimiento óptimo, especialmente impidiendo que se acumule un exceso de humedad dentro del galpón. Los galpones suelen requerir un aumento en el punto de ajuste con ventilación mínima, contando con capacidad adicional de extractores (y entradas de aire) para sacar el calor de las aves durante el clima cálido. También se pueden requerir sistemas adicionales de calefacción suplementaria y mejor material aislante, para manejar los efectos del frío extremo.

4.4.2.3. Clima moderado

Cuando las temperaturas rebasan consistentemente el rango de los 24 °C (75 °F), se requiere la ventilación forzada para todas las densidades de población, excepto para la más baja, en galpones pequeños y con ventilación natural. Cuando las temperaturas consistentemente son del rango de 24 a 30 °C (75-86 °F) o más, por lo general se recomienda la ventilación de túnel, la

cual proporciona un intercambio de aire rápido y de gran volumen, además de enfriamiento por viento a alta velocidad, lo que hace que las aves perciban una temperatura efectiva más baja. Conforme las temperaturas exceden los 35 °C (95 °F), comienza a desaparecer el efecto de enfriamiento por viento, por lo que es necesario proporcionar enfriamiento evaporativo para reducir realmente la temperatura.

4.4.2.4. Clima caluroso

Por lo general, el clima más cálido hace que sea más difícil aumentar el tamaño de las naves y la densidad de población. Por sí solo, el intercambio de aire únicamente puede evitar que la temperatura del aire dentro del galpón se eleve unos cuantos grados por encima de la temperatura exterior; no obstante, si la humedad relativa es demasiado alta, por lo general se puede mantener elevada la densidad de las aves de manera confiable incluso en climas muy calurosos, si se le somete a ventilación de túnel aunada a enfriamiento evaporativo.

4.5. Requerimientos de las aves

Las aves con temprana edad tienen poca capacidad de regular su temperatura interna y necesitan calor, con aire a una temperatura de aproximadamente 30 °C (86 °F), asumiendo que la humedad relativa sea de 60 a 70 %. Conforme las aves crecen, su rango de temperatura en la zona de confort se amplía un poco, pero va bajando de nivel, de tal manera que llegado el momento de capturarlas para enviarlas al mercado se sentirán más confortables alrededor de los 20 °C (68 °F), siempre y cuando la humedad relativa sea de 60 a 70 %. Esto significa que al principio de la parvada nuestra principal preocupación suele ser asegurarnos de mantenerlas suficientemente

calientes, pero, conforme crecen, el problema más común es el exceso de calor, lo que puede ocurrir incluso en invierno. La ventilación tiene como objetivo mantener la temperatura interna de la nave dentro de la zona de confort de las aves, sin dejar que se calienten ni se enfríen demasiado, en todo momento durante el engorde. Para lograrlo, debemos comprender cómo interactúan las aves, el calor y la humedad.

4.5.1. Calor y humedad

Los pollos transforman el alimento y el agua en la energía que utilizan para el mantenimiento de su organismo (el funcionamiento de sus órganos y músculos y para mantenerse caliente) y para crecer, generando ganancia de peso. Más aún, no son 100 % eficientes pues generan demasiado calor excesivo y demasiada humedad (en la materia fecal y al respirar).

Por lo general las aves producen aproximadamente 5 Unidades Térmicas Británicas (BTU) de calor por libra (11 BTU's por Kg) lo cual significa que mientras más crezcan más calor generarán. Por ejemplo, si tenemos 20 000 aves de 1,8 Kg (4 lb) agregarán aproximadamente 400 000 BTU's por hora, o sea el equivalente a tener encendidos de dos a tres hornos de aire forzado continuamente. Si tenemos 20 000 aves de 3,6 Kg (8 lb) producirán 800 000 BTU's por hora. En todo el mundo la tendencia es a producir aves más grandes. La cantidad de humedad producida también varía con la edad. La misma parvada de pollos de 1,8 Kg (4 lb) puede producir casi 3 800 litros (1 000 galones) de agua al día, dependiendo de la temperatura. Si mantenemos todos los demás aspectos iguales, la temperatura y la humedad del aire dentro del galpón tenderán a elevarse conforme avanza el engorde.

4.5.2. Efectos de la temperatura y humedad en los pollos

La temperatura y la humedad funcionan juntas para determinar el confort de las aves, pero, para simplificar el estudio, en los siguientes párrafos estudiaremos primero la temperatura y luego la humedad, para posteriormente explicar cómo esta interacción afecta a las aves.

Las aves se enfrían básicamente a través del aire, o sea que al moverse este sobre los animales recoge su calor corporal y lo transfiere al ambiente. Las aves no sudan, por lo que no disfrutan de este tipo de sistema de enfriamiento evaporativo Interconstruido en su organismo, pero sí obtienen cierto efecto de enfriamiento evaporativo a través de la respiración y el jadeo (que explicaremos más adelante). Sin embargo, dependen principalmente para enfriarse de la transferencia directa del calor de su cuerpo al aire. Si usted ve que los pollos levantan las alas esto indica que tienen calor y están exponiendo una mayor superficie del cuerpo al aire con el fin de eliminar el exceso de calor.

4.5.3. Humedad relativa

Cuando el agua se evapora se integra en el aire como vapor de agua. Si el aire está reteniendo la mitad de su máxima capacidad de vapor de agua, entonces la humedad relativa será del 50 %. Si el aire está reteniendo tres cuartas partes de su capacidad, se trata de una humedad relativa del 75 %. Cuando el aire está totalmente saturado con vapor de agua, o sea, está reteniendo toda el agua que puede, significa una humedad relativa del 100 %.

La clave es darnos cuenta del nivel de saturación (en litros o en galones de agua para una determinada cantidad de pies o metros cúbicos de aire) y que esto cambia dependiendo de la temperatura del aire.

Es por ello que se utiliza la humedad relativa. El aire caliente puede retener una cantidad de humedad mucho mayor que el aire frío. Esto significa que el aire caliente puede absorber mucha más humedad de las aves y de la cama sin acercarse a su punto de saturación, que si se tratara de aire frío. De la misma manera, si usted tiene aire frío con elevada humedad relativa, el simple hecho de calentar el aire automáticamente baja la humedad relativa. Esto es lo que hace posible la ventilación en invierno. Cuando su sistema de ventilación mete el aire frío del invierno al galpón, este aire se calienta después de haber ingresado a la nave y esto significa que cae la humedad relativa, lo que a su vez quiere decir que aumenta su capacidad de retener agua, por lo que es capaz de recoger la humedad de la cama y sacarla del galpón.

5. SEGUIMIENTO DE LA PROPUESTA

5.1. Análisis de indicadores

En la industria avícola existen dos principales indicadores que miden la productividad de una granja, estos son:

- Indicador de conversión alimenticia.
- Indicador de mortalidad.

1. El indicador de conversión alimenticia se puede calcular por la cantidad o el valor en libras del alimento que se le suministra al ave, para que esta lo aproveche y se convierta en una libra de carne.

$$\text{Conversión Alimenticia} = \frac{\text{Libras de alimento proporcionadas}}{\text{Libras de carne producidas}}$$

El indicador de mortalidad muestra la cantidad de aves muertas expresadas en porcentaje (%) en una cosecha de producción tomando como base al máximo permisible 4,5%.

$$\text{Indicador de mortalidad: } \frac{\text{Total de aves muertas}}{\text{Total de aves ingresadas}} * 100$$

5.1.2. Índice de mortandad debido a temperatura interna

Este indicador lo podemos calcular dividiendo el valor de los pollos muertos por el número de pollos que ingresan en el galpón, la división de este nos da un número expresado en porcentaje el cual se debe de multiplicar por 100. Otro factor importante que debemos conocer de este indicador es conocer cuál fue el motivo de la muerte del ave, con esto podemos llevar un historial para futuras correcciones. Sin embargo, un dato importante sería no sobrepasar valores de 4,5%.

$$\text{Porcentaje de mortalidad: } \frac{\text{Total de aves muertas}}{\text{Total de aves ingresadas}} * 100$$

La tabla XII muestra la comparación de la mortalidad por temperatura en las últimas dos producciones del 2017 y el 2018, igualando o disminuyendo el porcentaje (%) de aves muertas del máximo permisible (4,5 %), se estima que para el 2019 el nuevo porcentaje (%) de mortalidad se mantenga con la mejora de la disminución térmica en los galpones convencionales.

5.1.3. Temperatura en galpones tipo convencional

El ave durante su crecimiento debe tener diferentes temperaturas dentro del galpón, para mantener una buena salud, mejor crecimiento y alto índice de conversión alimenticia, en la tabla XIII se observa las semanas de crianza, las temperaturas que debe de tener el galpón (idóneas) y las temperaturas de las últimas dos corridas de producción.

Tabla XIII. **Temperatura de galera convencional para granja de producción avícola**

Semanas	Temperatura promedio (11:00 am – 14:00 pm) HR (50% - 70%)	Temperatura Promedio Nov-Dic 2017	Temperatura Promedio Nov-Dic 2018
1-2 días semana 1	40 °C - 42 °C	42 °C	41 °C
3-7 días semana 1	36 °C - 38 °C	39 °C	34 °C
2	36 °C - 38 °C	38 °C	33 °C
3	32 °C - 34 °C	33 °C	30 °C
4	34 °C - 36 °C	36 °C	32 °C

Fuente: elaboración propia.

Como se puede ver en la tabla XIII, la temperatura promedio de noviembre y diciembre del 2018 se encuentran por debajo de los rangos de la temperatura promedio del galpón, los cuales fueron tomados durante las horas más calurosas del día siendo estas de 11:00 a 14:00 horas, concluyendo que el sistema foguer nebulizado es un modelo de éxito para la disminución térmica interna de los galpones, obteniendo como resultado una buena productividad y eficiencia alimenticia.

Tabla XIV. **Influencias de la temperatura en diferentes edades de los pollos**

Temperatura (°C)	Efecto
2	Incremento del consumo de alimento
10 a 16	Incremento del consumo de alimento
21 a 28	Temperatura óptima
28 a 36	Disminución en el consumo de alimento, notorio aumento en el consumo de agua
Más de 36	Disminuciones drásticas del consumo de alimento, pelagra la vida del ave

Fuente: elaboración propia.

La tabla XIII explica que tipo de consecuencias puede vivir un ave durante la producción si se tiene un mal manejo de temperatura interna en los galpones convencionales de la granja (la temperatura del galpón es diferente a la temperatura del ave en ese mismo instante), causando eficiencia alimenticia baja, enfermedades y mortalidad.

5.1.4. Peso corporal

El peso corporal es la asimilación de nutrientes que capta el ave en su crecimiento al alimentarse con porciones balanceadas. Si el ave tiende a alimentarse y beber agua, se sentirá en confort dentro de la galera, por lo que crecerá sin ningún problema, y alcanzará su peso adecuado en el tiempo estándar de vida, en este caso el tiempo de vida antes de pasar al rastro es de 38 a 42 días. Por lo que es necesario el control de pesos semanales en los que se ve reflejada la productividad del lote por semana.

5.1.5. Conversión alimenticia

La conversión del alimento, es el índice de alimento contra la producción de carne, quiere decir que por cierta cantidad en libras de alimento producirá una libra de carne de peso corporal.

La conversión del alimento (CA), también es conocida como índice de transformación, como se muestra en el capítulo 4, se obtiene un resultado de 1.63 de conversión, esto quiere decir que necesita 1,63 libras de alimento para producir una libra de pollo vivo (carne blanca). Este valor se ha vuelto un estándar para la granja Santo Tomás Ceiba Amelia, ya que históricamente el índice se mantiene.

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 el cual es prioritario saber controlarlo.

Las enfermedades hacen que el pollo consuma el alimento, pero no tenga buena conversión (ganancia de carne), o pueda que consuma el alimento, pero no obtenga buenos pesos. Asimismo, la mortalidad repercute a 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; pero en cambio, si la mortalidad 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 de temperaturas que se tenga sobre la granja. Si en la granja existe un buen manejo del ambiente en las galeras, las aves tendrán una buena dieta por lo que su conversión alimenticia será más exitosa.

5.1.6. Eficiencia alimenticia

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

Para subir la eficiencia de 61 % a 100 %, se debe de tener que, por 1 libra de alimento consumido por el pollo, aumente 1 libra de carne, este índice depende mucho del alimento que se le suministre al pollo y la adecuada crianza que se le dé.

5.2. Programa de capacitaciones al personal de producción avícola

Se presenta el programa de capacitaciones para la propuesta realizada.

Tabla XV. **Curso de manejo de aves**

Duración	80 horas
Requisitos	Estar relacionado con la actividad avícola Dominio de operaciones básicas
Objetivo general	Asistir en la producción avícola, considerando técnicas de construcción y acondicionamiento de instalaciones, manejo del animal, sanidad, selección, alimentación y manipulación del producto, siguiendo las normas de seguridad establecidas.
Contenidos generales	Construcción de instalaciones avícolas. Acondicionamiento de instalaciones. Alimentación y nutrición de las aves por etapa. Ambiente térmico de las aves por etapa. Registros técnicos. Seguridad ocupacional y normativa para la protección ambiental. Prácticas de bioseguridad.

Fuente: elaboración propia.

5.2.1. Evaluación de las capacitaciones

Posteriormente, se debe llevar a cabo una discusión grupal para tratar asuntos relacionados con la capacitación verificando que todos los temas

transmitidos hayan quedado completamente comprendidos y las dudas resueltas.

- Evaluaciones: la capacitación que se proporciona al personal debe ser evaluada para saber el nivel de comprensión de los nuevos procedimientos.
- Formato de asistencia del personal: el cumplimiento al 100 % de las capacitaciones deberá ser verificada a través del control de asistencia, este formato se convertirá en un registro interno de la granja.
- Evaluaciones: el personal deberá ser evaluado con diferentes preguntas al azar, casos y talleres sobre la capacitación compartida.

Tabla XVI. **Formato para asistencia del personal**

FORMATO DE ASISTENCIA				
Fecha		Instructor:	Tema:	Hoja No.
No.	Nombre	Puesto	Firma	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Formato de evaluación**

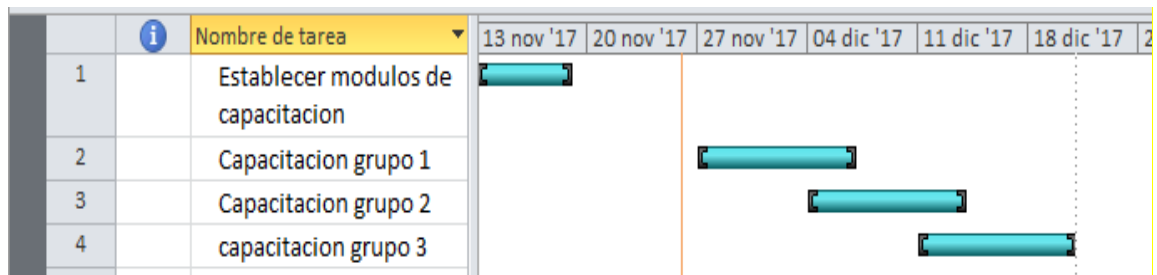
FORMATO DE EVALUACIÓN ACTIVIDAD DE CAPACITACIÓN						
Tema _____	Fecha _____ Capacitador _____					
<p>Por favor, conteste en la manera más honesta posible las siguientes preguntas. No es necesario que escriba su nombre. Toda sugerencia adicional que nos aporte se la agradeceremos e intentaremos realizar 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>						
<p>1. UTILIDAD DE LOS CONTENIDOS ABORDADOS EN EL CURSO Importancia y utilidad que han tenido para usted los tema tratados.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
<p>2. METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL CURSO Respecto a los métodos y estrategias por instructor para impartir el contenido.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
<p>3. GRADO DE MOTIVACIÓN DEL INSTRUCTOR Nivel de participación y motivación ofrecido por el instructor fue:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
<p>4. CLARIDAD DE LA EXPOSICIÓN Respecto al lenguaje y ordenado en el curso</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
<p>5. NIVEL DE ASIMILACIÓN Y COMPROMISO PERSONAL CON LOS TEMAS ABORDADOS Evalúese usted mismo en el grado de motivación e interés sobre el curso.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
<p>6. CALIDAD DEL MATERIAL ENTREGADO</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
<p>7. CALIDAD Y CLARIDAD DE LOS EJEMPLOS ENTREGADOS</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
<p>SUGERENCIAS Y COMENTARIOS</p>						

Fuente: elaboración propia.

5.2.2. Cronograma de trabajo

El programa de capacitación está establecido para todo el personal de la granja, por lo cual se dividirá en tres grupos, este número de personas por grupo lo determinaran los supervisores de la granja, distribuyendo de tal forma que todas las personas asistan a la capacitación.

Figura 30. Cronograma



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Project 2014.

5.3. Evaluación económica

Durante el seguimiento de la propuesta, se tomaron datos de la crianza de producción no.4 (noviembre – diciembre) 2017 a la crianza 4 (noviembre – diciembre) 2018, en la cual se obtuvo un promedio de rescate de 25,5 aves, equivalente al 4 % de la mortalidad permitida. Con este dato se puede observar que para el primer año se tendrá un ahorro aproximado por aves vivas de Q 64 000,00 que se calcula de la siguiente manera:

Datos:

- Promedio de pollos rescatados = 25,5
- Peso promedio de pollo = 5,76

- Costo de 1 lb de carne = Q 9,00
- Número de galeras = 12
- Número de corridas de producción por año = 4

$$\text{Calculando: } (25,5 * 5,76 * 9 * 12 * 4) = Q 63 452,16$$

Se puede observar que este dato se apega mucho al primer año de nuestro VPN calculado en la tabla X, indicando que nuestra propuesta de foguer nebulizado instalado en los ventiladores marcha de una manera correcta.

5.3.1. Valor presente neto

Se determina que nuestro valor presente neto es de Q 201 359,42, siendo este un valor positivo, obteniendo una rentabilidad. Este dato nos ayudará a determinar y explicar nuestro beneficio costo que se presenta en el 5.3.2.

5.3.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno que ofrece la inversión tiene una rentabilidad sobre los futuros esperados en la recuperación de la inversión, encontrándose la tasa propuesta sobre el limite permisible para una rentabilidad. Este dato TIR ayuda a determinar el VPN que se muestra en el 5.3.1.

5.3.3. Beneficio-costo

El beneficio-costo al contrario al VAN, los resultados están expresados en términos absolutos, indicando la rentabilidad en términos relativos. La interpretación de tales resultados es en centavos por cada quetzal que se ha invertido.

Se deben establecer por separado los valores actuales de los ingresos y los egresos, luego se divide la suma de los valores actuales de los costos e ingresos.

El valor de la relación beneficio-costo cambiará según la tasa de actualización seleccionada, o sea, que cuanto más elevada sea dicha tasa, menor será la relación en el índice resultante.

$$BC = \frac{\textit{Beneficio obtenido}}{\textit{Costos invertidos}}$$

$$BC = \frac{201\,359,42}{75\,000,00} = 2,68$$

Entonces, por cada Q 2,00 que se invierten, se obtiene una ganancia de Q 0,68 centavos de quetzal.

5.4. Auditorías del proceso de manejo de galpones

Se debe tener un control de las actividades que se realizan en el proceso de crianza de pollos de engorde.

5.4.1. Auditorías internas

Se presenta el plan de auditorías internas para el funcionamiento de los galpones de pollo.

Tabla XVIII. **Actividades de auditoría**

<p>Verificación de ingreso de aves</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de bebederos <ul style="list-style-type: none"> ○ La altura del borde del bebedero debe mantenerse a nivel del lomo de las aves. ○ Deben evaluarse y ajustarse constantemente. ○ Deben limpiarse a diario para evitar la acumulación de contaminantes. Si es necesario, en climas calientes, drene el sistema de bebederos al menos dos veces al día para mantener una adecuada temperatura de agua. ○ El agua debe estar a una profundidad de 0,5 cm (0,20 in) del borde del bebedero cuando los pollitos tengan un día de edad y progresivamente disminuir esta profundidad a 1,25 cm (0,50") a los siete días de edad (aproximadamente el largo de la uña del dedo pulgar). ○ Todos los bebederos deben tener un lastre para evitar derrames.
<p>Verificación de comederos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de comederos <ul style="list-style-type: none"> ○ Los comederos deben subirse progresivamente acompañando el crecimiento de las aves de tal forma que el borde del comedero este a la altura del lomo de las aves. ○ El nivel de alimento en los comederos debe nivelarse para que las aves consigan alcanzar fácilmente el alimento sin causar un derrame de éste. ○ Nunca permita que los comederos estén vacíos en ningún momento.
<p>Preparación de galpón pos alojamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Primera lista de evaluación" - 4 a 6 horas pos alojamiento <ul style="list-style-type: none"> ○ Muestree 100 pollitos en cada área de crianza ○ Verifique la temperatura de las patas de los pollitos. ○ Si las patas están frías – reevalúe la temperatura de precalentamiento del galpón. ○ Resultados de una cama fría. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bajo consumo temprano de alimento ▪ Bajo crecimiento ▪ Baja uniformidad
<p>Temperatura</p>	<p>Verificación de la actividad de las aves: Cada vez que entre a un galpón de aves observe las siguientes actividades de las aves</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aves comiendo • Aves bebiendo • Aves descansando • Aves jugando • Las aves jamás deben estar amontonadas

Fuente: elaboración propia.

5.4.2. Auditorías externas

Como su nombre lo indica, estas son realizadas por profesionales y consultores externo, los cuales serán contactadas periódicamente para este efecto por la empresa. Esto con la finalidad de obtener un punto de vista

objetivo y ajeno a la empresa, que permita saber con exactitud si la crianza de aves es la correcta y determinar si es necesario realizar acciones correctivas.

Tabla XIX. **Hoja de control para auditoría**

Galera No.		Auditor:	
Fecha:		Hora:	
Formato de auditoría interna			
1	Excelente	100	
2	Muy bien	80	
3	Bien	60	
4	Regular	40	
5	Mal	20	
Instrucciones: Colocar el número que corresponde a la puntuación deseada en el cuadro, y luego coloque sus observaciones			
1	¿La galera se encuentra en buenas condiciones?		Puntuación <input type="text"/>
	Observaciones:		
2	¿La galera se encuentra limpia?		<input type="text"/>
	Observaciones:		
3	¿La temperatura dentro de la galera es la adecuada?		<input type="text"/>
	Observaciones:		
4	¿Se utilizan los formatos de ingreso y salida de pollos?		<input type="text"/>

Continuación de la tabla XIX.

Observaciones:	
5 ¿Se lleva un control de mantenimiento de galeras?	<input type="text"/>
Observaciones:	
6 ¿El inventario físico cuadra con el inventario del sistema?	<input type="text"/>
Observaciones:	
7 ¿Los formatos de entrada y salida se encuentran clasificados, ordenados y archivados?	<input type="text"/>
Puntuación promedio	<input type="text"/>
Recomendaciones	
Hora de finalización	<input type="text"/>
Firma de auditor	<input type="text"/>

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. En las galeras convencionales de producción no cuentan con un sistema de control para la medición de la variación del calor, lo cual provoca un índice de mortalidad de aves más alto de lo permisible.
2. La tasa de mortalidad se deriva de las temperaturas altas que sufre el ave dentro del galpón, la temperatura promedio de un galpón en el área de Ceiba Amelia, sin considerar la edad del ave es de 38 °C, cuando la temperatura excede este promedio, el ave empieza a estresarse causando un jadeo el cual si no se logra controlar a tiempo la temperatura este puede causar pérdidas de peso e incluso la muerte.
3. Se debe tener un mejor control de regulación de aire dentro de un galpón, para que el ave lo aproveche y se mantenga en un ambiente cómodo, ya que si se tiene una entrada de aire muy fuerte o sistemas de ventilación artificiales no reguladas el aire puede entrar muy fuerte al galpón y el pollo no pueda respirar por la alta presión y pueda causar una muerte por fatiga, ahora bien, si es muy baja la temperatura el pollo se puede sofocar y por ende ahogarse causándole la muerte.
4. Para obtener una mejor conversión alimenticia se debe de contar con un buen manejo de avícola evitando que el pollo se enferme y se mantenga en óptimas condiciones, se debe tener en cuenta que, en cualquier lote de producción la prioridad debe de ser el alimento que consume, por lo que el alimento debe de tener nutrientes que al consumirse y ser

asimilado por el cuerpo del ave, crezca y se convierta en carne corporal efectivo con el objetivo de llegar al peso óptimo de venta.

5. El plan de capacitación se basa en las buenas prácticas de manufactura, así como las buenas prácticas agrícolas, manejo de temperaturas, crianza, control de crecimiento de los pollos.
6. La temperatura y la humedad relativa se deben monitorear frecuente y regularmente, por lo menos dos veces al día durante los primeros 5 días, y diariamente a partir de entonces. Se deben utilizar sistemas automáticos de sensores de temperatura y humedad a nivel del ave, a una altura máxima de 30 cm (12 pulgadas) sobre el suelo y ubicados a 2 m (6,6 pies) de los bordes de las criadoras; en el caso de crianza en todo el galpón, debe haber un mínimo de 2 puntos distribuidos uniformemente dentro de cada galpón.
7. Con base en el análisis financiero la empresa cuenta con el capital de trabajo para la realización de la propuesta, el ciclo de conversión de efectivo de las operaciones permite tener una liquidez para tener una deuda, en base al beneficio costo calculado este proyecto es rentable para la granja en estudio.

RECOMENDACIONES

1. La ventilación es la principal forma de controlar el medio ambiente de las aves. A través de ella se conserva una calidad aceptable del aire en el galpón manteniendo a las aves en condiciones cómodas de temperatura. La ventilación también proporciona aire fresco, elimina el exceso de humedad y limita la acumulación de gases y subproductos del aire que pueden ser nocivos. Durante las primeras etapas de vida del ave, la ventilación proporciona calor al galpón para que las aves estén cómodas y a una temperatura adecuada, y permite que haya suficiente aire fresco para que el galpón tenga un aire de buena calidad.
2. En todo momento que haya aves en el galpón es necesario suministrar cierto monto mínimo de ventilación, sin importar cuál sea la temperatura en el exterior. La ventilación mínima se puede aplicar durante el invierno y el verano, y en cualquier momento del ciclo de producción, pero se utiliza más comúnmente durante la crianza y en climas fríos (es decir, cuando la temperatura exterior sea más baja que la deseada para el interior del galpón y la temperatura real esté en el punto de ajuste requerido o por debajo de éste).
3. El uso de ventilación mínima no es apropiado para refrescar a las aves durante épocas de temperaturas elevadas y debe crear muy poco movimiento del aire a nivel del ave. Esto es particularmente importante cuando se trata de aves jóvenes de menos de 10 días de edad.

4. El factor más importante para conservar la salud de las aves es la mantención de una buena higiene. Reproductores sanos y buenas condiciones higiénicas de la planta de incubación contribuyen de forma importante a producir pollos libres de enfermedades. Buenas prácticas de higienes reducen los retos de enfermedades. La sanidad de la granja no sólo significa elegir el desinfectante correcto. La clave para la sanidad de la granja es la limpieza efectiva. Los desinfectantes se inactivan con materia orgánica. Los siguientes puntos son claves para una adecuada desinfección de la granja. Sin embargo, estos pasos no son aplicables si la cama es reutilizada.
- Al final de cada recogida retirar todas las aves de la granja.
 - Utilizar un insecticida, esto es mejor hacerlo inmediatamente después del retiro de las aves y antes de que la cama y el galpón se enfríen. Infestaciones severas pueden requerir una segunda aplicación después que el proceso de desinfección que se ha completado.
 - Mantener el control de roedores después de la de población de las aves.
 - Limpiar todo el polvo y la suciedad del galpón tomando especial cuidado con los lugares menos obvios como las entradas de aire, cajas de ventiladores, parte superior de paredes y vigas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arbor Acres. *Guía de manejo del pollo de engorde*. [en línea]. <http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/smA-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf>. [Consulta: octubre de 2017].
2. Avicultura. *Enfriamiento por evaporación en galpones abiertos*. [en línea]. <<https://www.engormix.com/avicultura/articulos/enfriamiento- evaporacion-galpones-abiertos-t27851.htm>>. [Consulta: octubre de 2017].
3. Conceptos generales sobre sistemas de ventilación en galpones de pollos de engorde. *Ventilación de túnel*. [en línea]. <<https://docplayer.es/45286930-En-galpones-de-pollos-de-engorde-chore-time-brock-international.html>>. [Consulta: octubre de 2017].
4. El sitio avícola. *Alimentación de pollos para obtener mejor salud y mayor rendimiento*. [en línea] <<http://www.elsitioavicola.com/articulos/2491/alimentacion-de-pollos-para-obtener-mejor-salud-y-mayor-rendimiento/>>. [Consulta: Octubre de 2017].
5. OpenCourseWare. *Manejo de pollitos de un día*. [en línea]. <<http://ocw.upm.es/produccion-animal/produccion->

avicola/contenidos/TEMA_5/5-1-manejo-de-pollitos-de-1-dia/view.>. [Consulta: septiembre de 2017].

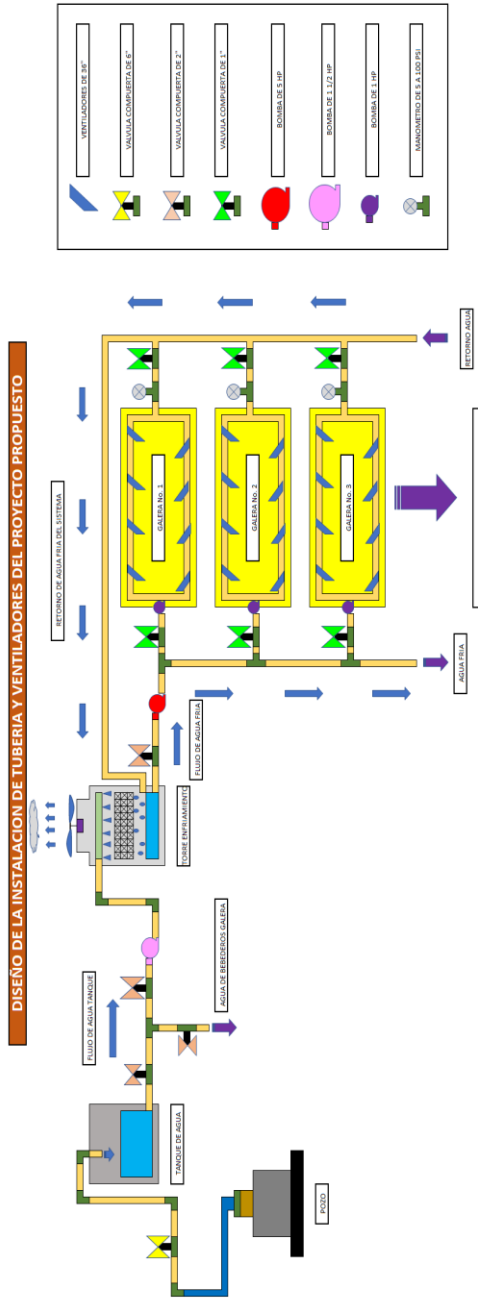
APÉNDICES

Apéndice 1. **Boquilla para frisado de agua PVC**



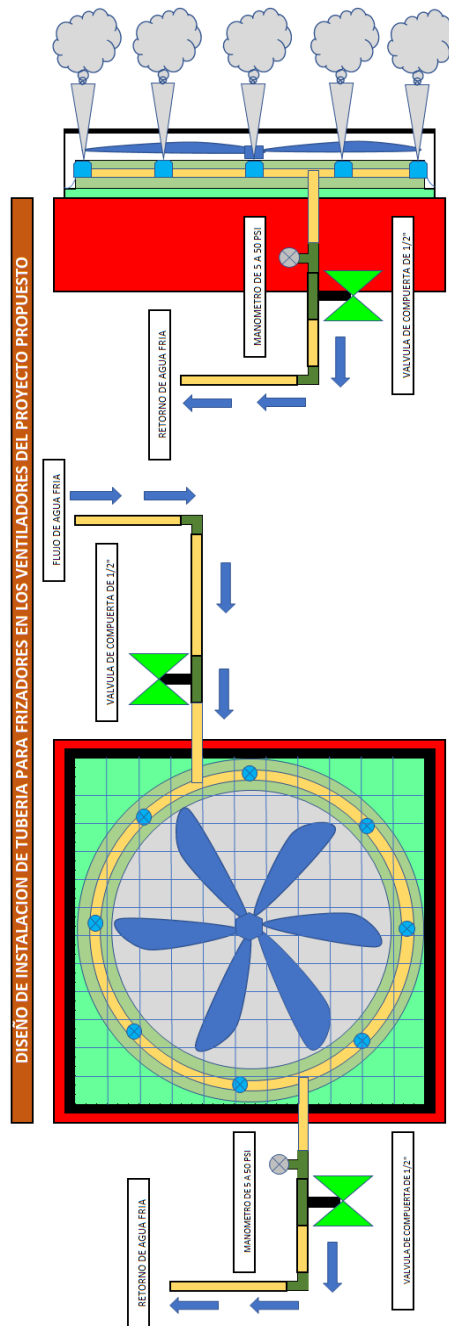
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Diagrama instalación de ventilación



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Frisado de agua con aire



Fuente: elaboración propia.

