

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

"Climatización de los galpones de la avícola Inés María"

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Examen Complexivo

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:

Francisco Javier Álava Ponce

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2015

AGRADECIMIENTOS

A mis padres,

A mis hermanos,

A mi esposa e hijos y

A todas las personas que
han hecho posible la culminación de
este trabajo final de graduación.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en el presente Trabajo final de grado me corresponde exclusivamente y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

Estamos también de acuerdo que el vídeo de la presentación oral es de plena propiedad de la FIMCP.

Francisco Alava Ponce

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Andrea Boero

Ing. José Hidalgo

RESUMEN

Para bajar la mortalidad que se genera en la última semana de crianza de pollos de engorde y mejorar el ambiente al interior de los 3 galpones que alojan a 51000 pollos de la avícola Inés María (17000 pollos por galpón), se ha identificado la necesidad de acondicionar el ambiente interior, de tal manera que se alcancen los requerimientos de temperatura, humedad y confort que necesitan las aves para poder desarrollar todo su potencial de crecimiento y aumento de peso. Como solución se ha planteado implementar un sistema de climatización al interior de los contenedores para conseguir estos objetivos.

El sistema de climatización está diseñado en base a la teoría del enfriamiento evaporativo, esto es, nebulizando agua dentro del galpón para que ésta sea evaporada por la corriente de aire que recirculan los ventiladores y así bajar la temperatura dentro del galpón.

El sistema en cada galpón está compuesto por 160 boquillas (funcionan a baja presión y dispersan 5 litros de agua por hora por boquilla), una bomba de 1 hp, 300 metros de manguera de plástico negro y un controlador que enciende y apaga la bomba de acuerdo a la programación establecida.

Después de implementado este sistema la tasa de mortalidad bajó de 4.78% a 4%, y la conversión alimenticia (kilos de alimento necesarios para producir un kilo de pollo) de 1.91 a 1.89.

El sistema tuvo un costo de implementación de 800 USD por galpón. Los sistemas de alta presión normalmente comercializados están en el rango de los 2500 USD por galpón. Con este sistema se incrementó la ganancia promedio alrededor de 1340 USD por cría, e inclusive se aprobó el aumento de aves alojadas por galpón a 18000 aves.

Palabras Clave: avícola, galpón, climatización, enfriamiento evaporativo, mortalidad

ABSTRACT

In order to face the challenges of a highly competitive and fairly demanding poultry market, Ines Maria poultry farm have one main objective: increase productivity in less time and at a lower mortality ratio.

A key strategy for reaching this goal was to improve the inner environment of all 3 of its broiler houses which accommodated a total of 51000 chickens (17000 per broiler house), by terms of temperature control that provided chickens with proper and constant temperature and humidity ratios thus resulting in a comfortable feeding, growing and less disease prone environment.

The applied system is based on the cost effective evaporative cooling theory in combination with fan ventilation, which drops air temperature and gives the targeted area an appropriate humidity ratio by means of evaporating water mist with the help of air circulation provided by a fan.

Every broiler house was provided with 160 water diffusers (every one of them atomizes 5 water liters of water per hour and work at a low pressure), one water pump of 1 hp, 300 meters of a water hose made out of a special black plastic component and a programmable electronic controller device that turned on and shut off the water pump according to the chosen settings.

The total investment reached the amount of 800 USD per broiler house; in comparison, other high pressure systems that serve for the same purpose could be purchased for a market value of around 2500 USD per broiler house.

By implementing this system the mortality ratio dropped to a 4%, the chicken feed kg/poultry meat kg ratio (meaning the amount in kg of chicken feed needed to produce 1 kg of poultry meat) diminished and the productivity per broiler house increased ending up in 18000 chickens, thus leaving Ines Maria poultry farms with a greater profit margin and a strengthened position in the poultry market.

Keywords: *Poultry farms, broiler house, evaporative cooling, mortality ratio*

ÍNDICE GENERAL

1.1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.2	OBJETIVOS	3
	❖ Mejorar el ambiente dentro del galpón, mediante el uso de un sistema de climatización.....	3
	❖ Mejorar los parámetros zootécnicos obtenidos antes de la implementación.....	3
	❖ Descripción de parámetros zootécnicos	4
	GANANCIA DE PESO	4
2.1	METODOLOGÍA DE DISEÑO	6
2.2	IMPLEMENTACIÓN	8
3.1	RESULTADOS	9
4.1	CONCLUSIONES.....	13
4.2	RECOMENDACIONES.....	13

ABREVIATURAS

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

USD Dólares americanos

SIMBOLOGÍA

m	Metro
s	Segundo
cfm	pies cúbicos por minuto
m ³	metros cúbicos
°C	grados centígrados
Kg	Kilogramo
l	litro
mm	milímetro
psi	Libras por pulgada cuadrada
hr	hora
hp	caballos de fuerza

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Datos zootécnicos	5
Figura 2.1 Tabla psicométrica del aire.....	8
Figura 3.1 Comparación de mortalidad antes y después de la implementación.....	9
Figura 3.2 Comparación de conversión antes y después de la implementación.....	10
Figura 3.3 Comparación de eficiencia europea antes y después de la implementación.....	10
Figura 3.4 Comparación de kilos vendidos antes y después de la implementación.....	11

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 . Sensación térmica en función de la velocidad y humedad relativa.....	2
Tabla 1-2 Resultados zootécnicos de las crías sin climatización.....	3

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 Zona de confort de las aves

También llamada zona de neutralidad térmica de las aves, para los pollos mayores de 35 días de edad está entre los 18 y 26 °C. En esta zona el pollo aprovecha al máximo su potencial genético convirtiendo más kilos de carne por kilos de alimento consumido (lo cual se conoce como conversión alimenticia) y manteniendo al final de la cría una mortalidad aceptable (3% a 5%).

La temperatura interna del pollo es de aproximadamente 39°C; a 41°C entra en un estado de estrés calórico y cuando llega a los 44°C el pollo muere. Es por eso que controlar la temperatura del ambiente dentro del galpón es importante, cuando la temperatura del galpón alcanza 27°C el ave sale de la zona de confort y disminuye su capacidad de convertir alimento en carne, empieza a jadear para poder eliminar el calor del cuerpo y necesita beber bastante agua para recuperar la deshidratación producida por el jadeo (Ross, 2002).

1.1.2 Ventilación en galpones abiertos

En un galpón abierto para poder mejorar el ambiente y eliminar gases nocivos como el CO₂ y amoníaco se utilizan ventiladores que tengan la capacidad de crear una corriente de aire para evacuar estos gases; la cantidad de ventiladores se determina según las dimensiones del galpón y la cantidad de aves alojadas en él. La velocidad de la corriente de aire generada en contacto con la piel de las aves produce una sensación térmica menor a la temperatura del interior del galpón, esta sensación térmica dependerá de la temperatura y velocidad de la corriente de aire y la humedad dentro del galpón.

Tabla 1-1
Sensación térmica en función de la velocidad y humedad relativa (Cobb-Vantress, 2012)

Temperatura ambiente (°C)	Humedad Relativa (%)	Sensación térmica del pollo (°C)		
		Velocidad 1m/s	Velocidad 1,5m/s	Velocidad 2m/s
35	80	31.6	30	27.2
35	50	26.6	24.4	23.3
32.2	80	30	27.7	27.2
32.2	50	25.5	23.8	22.7
29.4	80	28.8	26.6	25
29.4	50	24.4	22.8	21.1
26.6	80	25.5	23.8	21.1
26.6	50	22.2	21.1	18.9
23.9	80	23.8	22.7	20.5
23.9	50	21.1	20	17.7

1.1.3 Ubicación y condiciones metereológicas de la granja

La granja se encuentra ubicada en el recinto Inés María, de la parroquia Lorenzo de Garaycoa del cantón Simón Bolívar, está a 100 metros sobre el nivel del mar y tiene un clima tropical megatérmico semihúmedo, con totales pluviométricos de 1000 y 2000mm anuales, con lluvias concentradas en los meses comprendidos entre diciembre y abril, y una humedad relativa promedio de 70 % en verano y 90% en invierno, con una temperatura media de 26°C en verano y 29°C en invierno.

1.1.4 Infraestructura de los galpones

Existen tres galpones que miden 150 metros de largo con 11 metros de ancho y una altura de 3.2 metros en los laterales y 6.5 metros de alto en el centro. Su estructura es de madera, y con techo de lámina galvanizada de acero. El piso de los galpones es de tierra apisonada, al interior de cada uno de los galpones están distribuidos 20 ventiladores de 36 pulgadas que recirculan el aire en el interior del galpón, tiene cortinas a los lados que ayuda a controlar la temperatura del galpón en los primeros días del lote, posee 2 líneas de comederos automáticos y 240 bebederos de campana automáticos.

1.2 OBJETIVOS

❖ **Mejorar el ambiente dentro del galpón, mediante el uso de un sistema de climatización**

Brindar un ambiente óptimo a los pollos que se encuentran alojados en el interior de los galpones es esencial para que los esfuerzos de los genetistas y nutricionistas tengan exitosos resultados. **Para poder conseguir esto dentro de un plantel avícola, es necesario el trabajo planificado de los galponeros y mejorar las condiciones y equipos de los galpones.**

Controlar la densidad de aves en las áreas de recepción y en las futuras ampliaciones, mantener estrictamente las temperaturas recomendadas en las primeras semanas de las aves, aportar suficiente ventilación para extraer humedad, amoniaco y polvo con ventilación artificial, el mantenimiento de áreas exteriores de los galpones para que no se corte la ventilación natural ni existan fuentes de contaminación al interior del mismo, el continuo mantenimiento de la cama del galpón para evitar que se humedezca y genere amoniaco, la correcta disposición de desechos de los galpones, un buen programa de bioseguridad, el abastecimiento de agua y comida necesaria, etc., son todas acciones obligatorias y necesarias para garantizar un lote saludable y rentable.

❖ **Mejorar los parámetros zootécnicos obtenidos antes de la implementación**

Una cría es el periodo que abarca desde la recepción del pollo bb hasta la venta de todas las aves vivas a la compañía faenadora, dura aproximadamente 45 días, en las primeras ocho crías que se efectuaron en la avícola antes de la implementación del sistema de climatización se obtuvieron los siguientes resultados.

Peso promedio al fin de la cría: 2,59 Kg.	meta 2.65 Kg.
Conversión alimenticia: 1,91	meta 1.88
Mortalidad: 4,78%	meta 4%
Kilos de aves por m ² : 25,53	meta 27 kg./m ²
Ganancia diaria de peso: 59,29 kg.	meta 61.62 kg.

El detalle de los resultados por cría se observa en la Tabla 1-2.

Tabla 1-2**Resultados zootécnicos de las crías sin climatización (Sistema Brill, 2010-2011)**

	Peso promedio (kg)	conversión	Mortalidad	Eficiencia europea	Ganancia de peso (kg)	kg por m ²	Edad de levante
Cría 1	2,5	1,9	3,69	294,54	58,16	24,82	43
Cría 2	2,56	1,95	7,13	271,04	56,92	24,51	45
Cría 3	2,79	1,91	5,9	305	61,9	27	45
Cría 4	2,8	2	5,50	294	62,3	27,28	45
Cría 5	2,62	1,81	5,10	320	61	26,16	43
Cría 6	2,52	1,88	4,14	298	58,6	24,93	43
Cría 7	2,52	1,85	3,30	299	57,2	25,26	44
Cría 8	2,45	1,95	3,50	289	58,3	24,3	42
promedio	2,59	1,91	4,78	296,33	59,29	25,53	43,75

❖ **Descripción de parámetros zootécnicos****GANANCIA DE PESO**

La ganancia de peso es la cantidad en gramos que gana en peso un pollo por día. Este índice tiene mucha relación con el consumo de alimentos, y es que dependiendo de la raza de los pollos, la calidad del alimento balanceado y el ambiente generado en el galpón, los pollos ganan peso por cada gramo de alimento que consumen. Se encuentra tabulado, bajo condiciones ideales, cuánto lo pollos deben pesar y cuánto peso deben ganar por día en función de su línea genética y edad.

MORTALIDAD

Es la relación entre los pollos que se mueren hasta el final de la cría y el total de pollos que se recibieron. Este índice empieza a generarse desde el transporte de los pollos bb de la incubadora hasta la granja, los primeros pollos que se mueren lo hacen por deshidratación, pues si no se les induce a tomar agua rápidamente en un ambiente de 31 grados centígrados, que es el recomendado para el primer día, no aguanta el desafío y mueren. Después de esto la mortalidad es consecuencia de un mal manejo de las temperaturas los primeros días, por aglomeración de pollitos en sectores del galpón, infecciones, y por el estrés calórico en la última semana de la cría.

CONVERSIÓN

La conversión es el índice que muestra cuántos kilogramos de alimento fueron necesarios para que el pollo aumente un kilogramo de peso; o en otras palabras, cuánto de los kilogramos de alimento que consumieron los pollos se convirtieron en carne. De este índice depende en gran medida la ganancia de la granja.

$$\text{Conversión} = \frac{\text{Kilos de alimento consumidos}}{\text{Kilos de carne vendidos}}$$

ec. 1.2-1

EFICIENCIA EUROPEA

Es un índice utilizado por la mayoría de avicultores y determina la eficiencia de la cría. En su fórmula incluye al % de mortalidad, ganancia de peso diaria de toda la cría y la conversión alimenticia.

$$\text{Eficiencia Europea} = \frac{(100 - \% \text{mortalidad} * 100) * \text{Ganancia de peso en gramos}}{\text{Conversión} * 10}$$

ec. 1.2-2

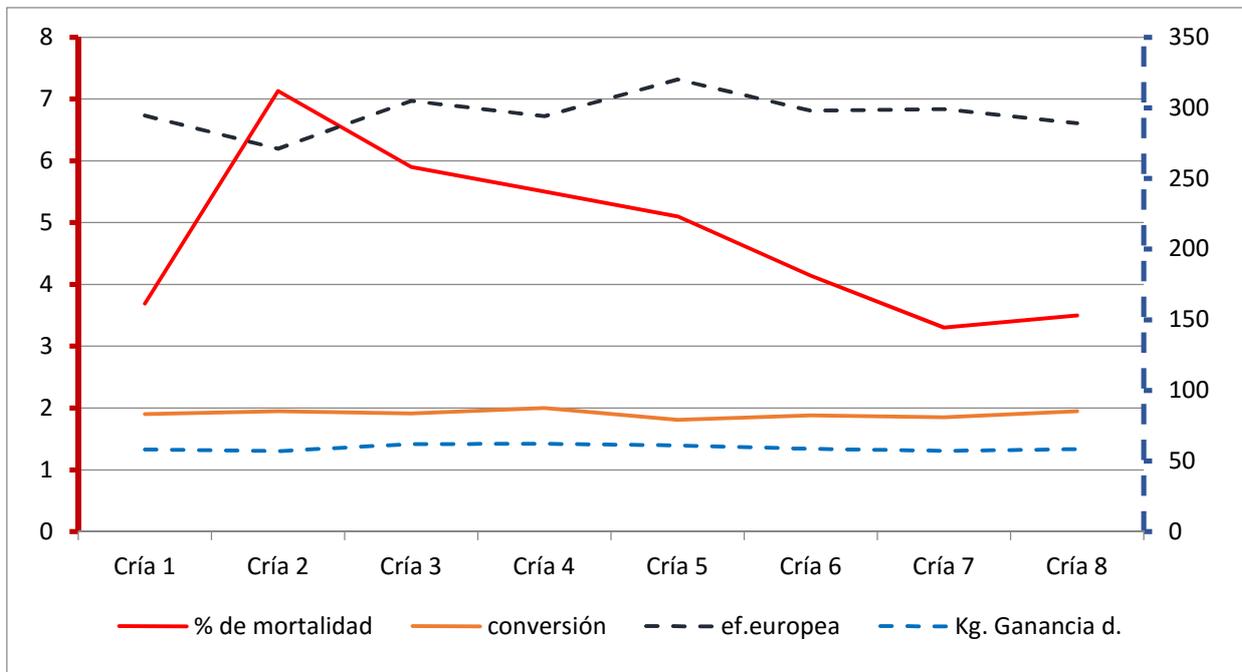


Figura 1-1. Parametros zootécnicos de las 8 primeras crías de la avícola antes de la implementación del sistema de climatización en los galpones

CAPÍTULO 2

2.1 METODOLOGÍA DE DISEÑO

2.1.1 Teoría de enfriamiento evaporativo

Para bajar la temperatura en lugares muy grandes, en donde es muy costoso utilizar acondicionadores de aire, se utiliza nebulizadores de agua cuya finalidad es dispersar en el ambiente gotas muy pequeñas de agua para que puedan ser absorbidas por una corriente de aire y las evapore. Para que la gota de agua se evapore esta debe quitarle energía al aire que la rodea por lo que se produce un intercambio de calor y el aire se enfría. Al producirse el enfriamiento del aire la humedad relativa del ambiente aumentará, lo que limita la cantidad de agua que ha de utilizarse para la nebulización. La humedad recomendada para edades superiores a 35 días es de 80% , pero como máximo se puede soportar 90% de humedad en el interior del galpón.

El proceso puede describirse en las tablas psicométricas del aire, en donde utilizando los parámetros conocidos como humedad relativa y temperatura a la que se encuentra el aire inicialmente dentro de los galpones y asumiendo que el proceso es isoentálpico y adiabático, se alcanza la temperatura requerida con la humedad relativa deseada. De aquí también se obtiene la cantidad de agua que ha de utilizarse para llegar a los parámetros requeridos.

2.1.2 Cálculos

Para eliminar gases nocivos y aportar un ambiente adecuado, el aire dentro del galpón debe ser removido cada minuto, entonces el volumen de aire que deben mover los ventiladores es aproximadamente.

$$Volumen = ancho * largo * altura efectiva^* \quad ec.2.1-1$$

Altura efectiva es la altura hasta donde los ventiladores logran mover el aire, (mas alto la velocidad del aire es despreciable)

$$V = 11 \text{ m} * 150 \text{ m} * 3 \text{ m} = 4950 \text{ m}^3$$

Capacidad que tienen los ventiladores de mover el aire

1 ventilador de 36" mueve 10000 cfm o 283.4 m³/min

Entonces para mover 4950 m³ en un minuto, se requiere mínimo 18 ventiladores.

Estado actual

En los galpones existen 20 ventiladores de estas características para mover el aire en el interior.

Datos conocidos

Temperatura inicial = 34°C

Humedad inicial= 60% de humedad relativa

Datos obtenidos de las tablas psicométricas

Peso específico = 0,895 m³/kg aire seco

Relación de humedad = 20,4 gr de humedad/ kg aire seco

Temperatura final = 28°C

Humedad relativa = 90%

Peso específico = 0,885 m³/kg aire seco

Relación de humedad = 22,4 gr de humedad/ kg aire seco

La corriente de aire que evaporará la nebulización proviene de los ventiladores y es de

*flujo volumétrico = #de ventiladores * flujo volumétrico de un ventilador*

*flujo volumétrico = 20 * 283,4 m³/min = 5668 m³/min*

De aire a 33°C , 60 % de humedad, peso específico 0,895 m³/Kg. Aire seco y relación de humedad 20,4 gr/ Kg. Aire seco, para llegar a 90 % de humedad **hay que añadir 2 gr de agua por kilogramo de aire seco.**

$$\text{Flujo másico de aire seco} = \frac{5668 \text{ m}^3/\text{min}}{0,895 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}}$$

Flujo másico de aire seco = 6333 kg de aire/min

Por lo tanto

Se debe añadir 12666 gr de agua/min dentro del galpón.

Ó 12,67 kg de agua/min que representan 12,67 litros de agua/min

$$\text{caudal} = \frac{12666 \text{ gr} * 1\text{kg} * 1\text{lt.}}{\text{min} * 1000 \text{ gr} * 1\text{kg}}$$

$$\text{caudal} = 12.67 \text{ lt/min}$$

Como se tienen boquillas que nebulizan 5 litros de agua/hr, (0.0833 litros de agua/min) , se necesitan 152 boquillas por galpón.

2.2 IMPLEMENTACIÓN

Existen dos tipos de sistemas de nebulizadores para climatizar un ambiente: Los sistemas que trabajan a una presión cercana a los 1000 psi, o llamados de alta presión, y los que trabajan a presiones menores a 100 psi, llamados de baja presión.

Los sistemas de alta presión son más eficientes, el tamaño de la gota de agua generada es muy pequeño y debido a su bajo peso demora más tiempo en caer al suelo dándole el tiempo suficiente a que se evapore; pero su costo es elevado y es frecuente que sus boquillas se tapen si el agua no es debidamente filtrada. Un sistema de alta presión cuesta 2500 USD. aproximadamente por galpón.

Para la implementación del sistema instalado, que es de baja presión, se utilizó:

item	cantidad	marca	costo
Manguera $\frac{3}{4}$	1200 metros	Plastigama	1040 usd.
Bomba	3	Pedrollo	840 usd.
Cuerpo del difusor	120	Netafim	210 usd.
Boquillas	480	Netafim	140 usd.
temporizador	3	Legran	60 usd.
Ventiladores	60 ya existentes	Big Dutchman	
		total	2290 usd.

La boquilla de 5 litros por hora fue escogida por tener el caudal más bajo y por consiguiente la gota más pequeña.

A una altura de 4 metros se colocaron 2 líneas de agua a lo largo del galpón justo por encima de los ventiladores existentes y conectadas a la bomba de 1 hp. En cada línea se distribuyeron 40 dispensadores, distanciados 7.5 metros entre si y cada dispensador consta de: unión a la línea principal, un peso que mantiene vertical el sistema, una válvula de presión que no deja pasar agua a una presión menor de 30 psi, un distribuidor de 4 salidas y 4 boquillas de 5 litros/hora.

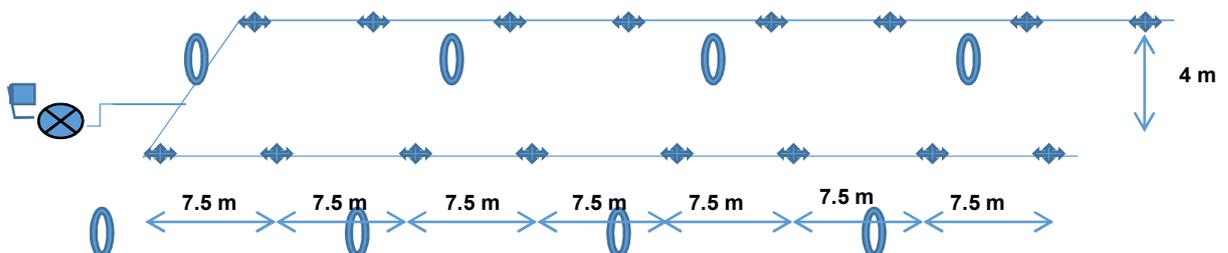


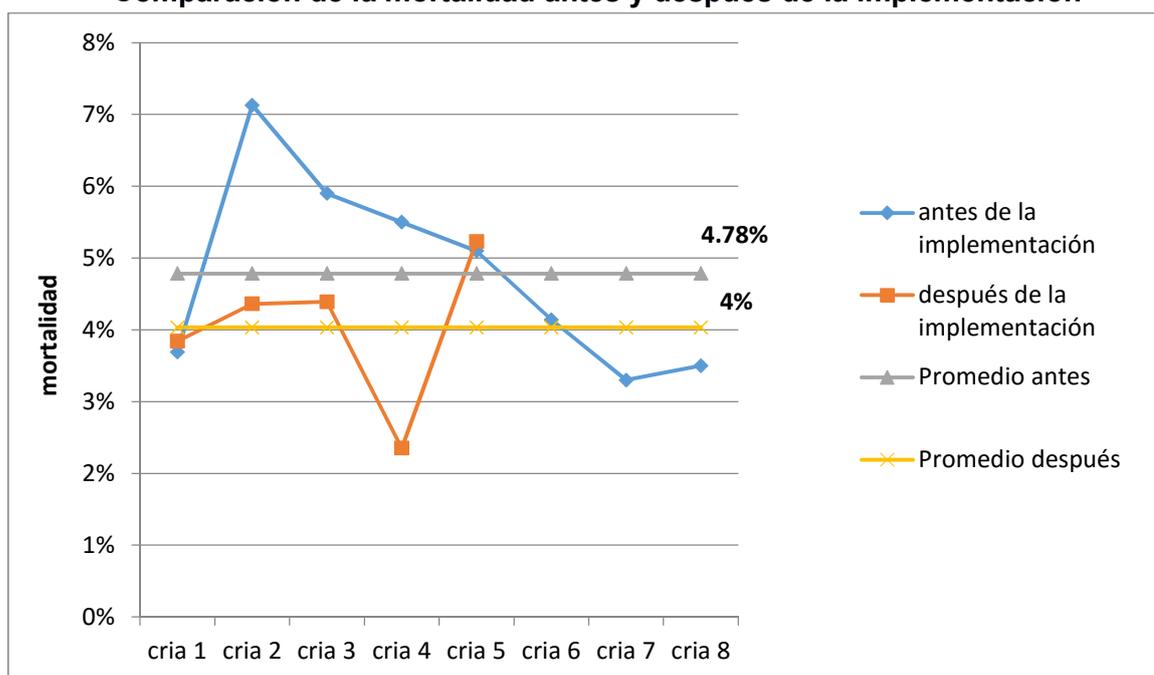
Figura 2-1. Esquema del sistema propuesto

CAPÍTULO 3

3.1 RESULTADOS

Con la implementación del sistema de climatización en las siguientes cinco crías se obtuvo una disminución de la mortalidad. El promedio de la mortalidad previo a la implementación del sistema fue de 4.78%, y luego de la implementación, 4.03% (ver Figura 3-1).

Figura 3.1
Comparación de la mortalidad antes y después de la implementación



Con la mejora de ambiente también se consiguió una disminución en la conversión alimenticia, de un promedio de 1.91%, previo a la implementación del sistema, a 1.89%, luego de la implementación.

Figura 3.2

Comparación de la conversión alimenticia antes y después de la implementación

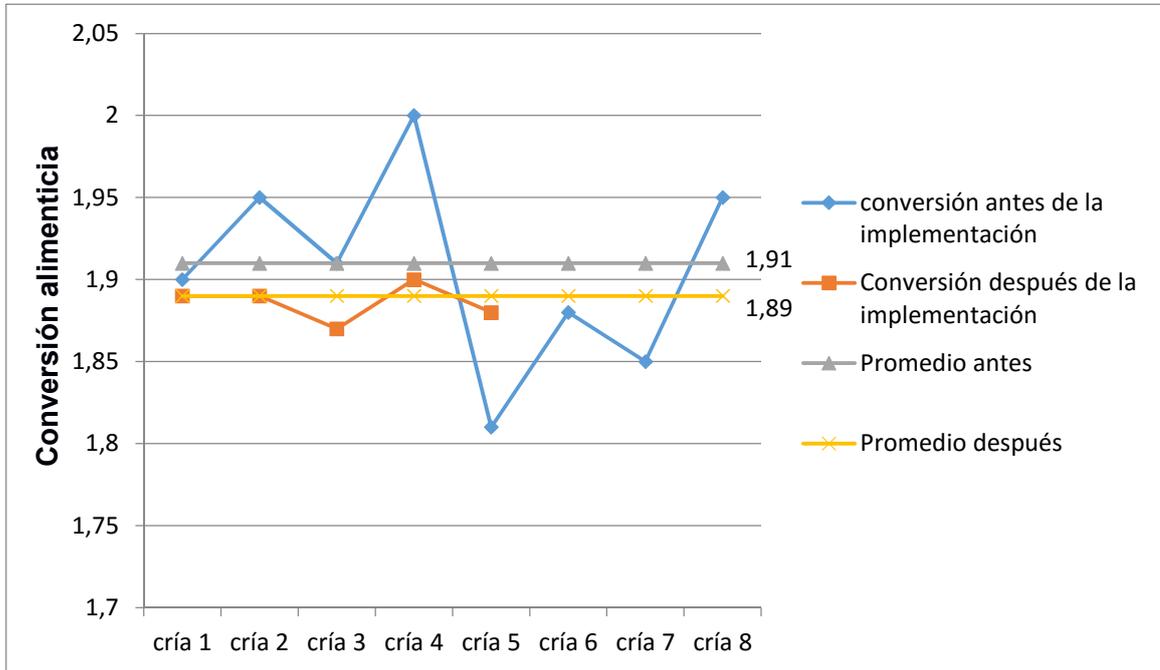
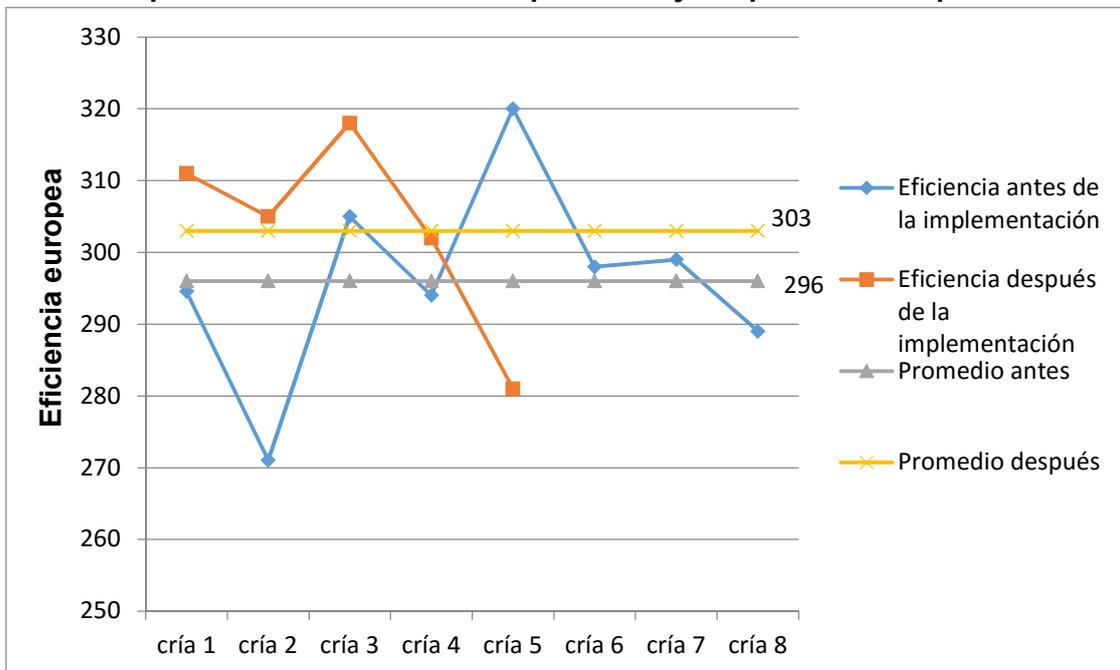


Figura 3.3

Comparación de eficiencia europea antes y después de la implementación

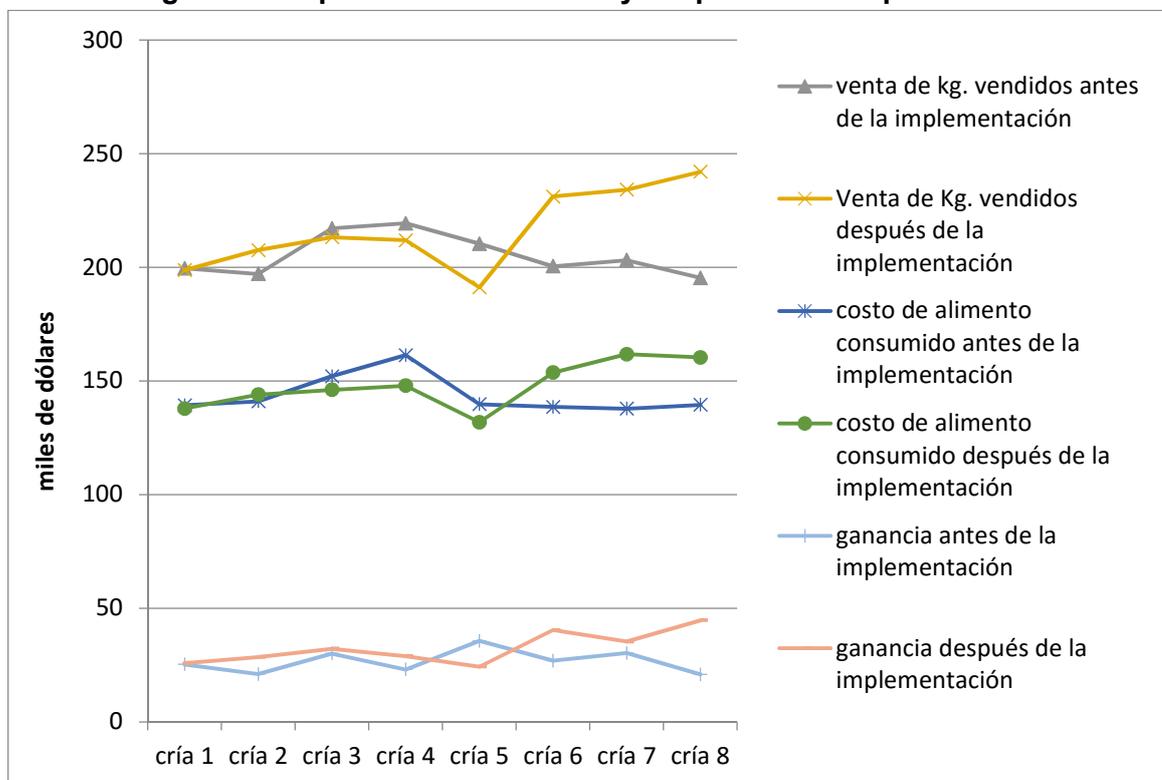


La mortalidad tuvo una disminución del 15,6%; mientras que la conversión alimenticia disminuyó 1.04%. La eficiencia europea en el mismo periodo de análisis se incrementó 2.36% (de 296 a 303 en promedio).

Aunque parezca poco, esta mejora en los parámetros zootécnicos generó una ganancia en las 5 crías posteriores a la implementación de 6700 USD, en un lapso de tiempo de 10 meses. Aproximadamente el lapso de tiempo entre cría y cría es de 2 meses, 42 a 45 días de crianza y 15 a 17 días de tiempo para limpieza y preparación para el siguiente lote.

Lo que se ganó en promedio las primeras 8 crías antes de la implementación fue de 26614 usd. Lo que se ganó en promedio las primeras 5 crías después de la implementación fue de 27954 usd. Hay un aumento de 1340 USD por cría.

Figura 3.4
Kilogramos de pollo vendidos antes y después de la implementación



Además a partir de la sexta cría posterior a la implementación, por los resultados obtenidos se consiguió aumentar el cupo de la granja, por cría 1000 aves adicionales por galpón esto en total representa para la granja 18000 aves más por año.

La ganancia de cada cría se calcula de la siguiente manera: la diferencia entre los kilos vendidos y los costos operativos, que a continuación se detallan:

- el costo de los kilos de alimento consumido,

- el costo del alimento consumido, que representa aproximadamente el 70% de la venta del ave en pie, y
- los costos incluidos en el lote (51000 pollos bb, vacunas, insumos para la cría, intereses por las compras a crédito, recolección de la aves)

El total de costos aproximadamente suman 35000 USD por cría.

En la Figura 3.4 también se puede observar que a partir de la sexta cría la ganancia por cría se incrementa alrededor de 10000 usd por cría.

La tasa interna de retorno del proyecto en un año, fue del 30%, valor que justifica la realización del proyecto.

Para este cálculo se consideró la inversión inicial de 2400 USD y un flujo de 1340 USD cada 2 meses de ganancia y una tasa de oportunidad (la rentabilidad que se puede obtener en una póliza de acumulación) del 6%.

CAPÍTULO 4

4.1 CONCLUSIONES

Al bajar la temperatura del galpón aumentando la humedad por la implementación de la nebulización se mejora el rendimiento final de la cría; además se consiguió un incremento en la cantidad de aves por galpón y aumentaron las ganancias de la granja.

Utilizando un sistema de baja presión con un costo de implementación de 2400 USD, se obtuvieron ganancias adicionales de 1340 USD por cría. El sistema resultó fiable y sin taponamientos de boquillas, además de muy fácil mantenimiento.

Luego de implementado el sistema, los resultados de la fase de pruebas indican que no se consiguió bajar la temperatura dentro del galpón a la que se calculó en el diseño (sólo se alcanzó disminuir un $DT = 5^{\circ}C$ y no $6^{\circ}C$). No obstante esta mejora permitió los resultados ya descritos.

El error obtenido entre lo real y lo calculado se debe principalmente a que el galpón no está aislado del medio ambiente; por lo cual existe un intercambio de calor con el exterior (lo cual difiere del proceso adiabático base para el diseño del sistema).

En definitiva se consiguió mejorar el ambiente dentro del galpón y mejorar los parámetros zootécnicos que tenía la granja, como se requería en los objetivos.

En la actualidad los mejores resultados se obtienen en galpones con ventilación tipo túnel, donde se pueden alojar más aves por metro cuadrado ($14 \text{ aves}/\text{m}^2$) y tener conversiones del orden de 1.7, con la mejora que se hizo en los galpones de la granja la densidad de aves alcanzó $11 \text{ aves}/\text{m}^2$.

4.2 RECOMENDACIONES

Para mejorar la eficiencia del sistema se podría adecuar un falso techo con lonas para disminuir la altura del galpón, disminuyendo el volumen de aire a enfriar y aumentando la velocidad de la corriente de aire dentro del galpón.

Después de la implementación y para mejorar la circulación de aire, tratando de evitar zonas sin ventilación, al sistema se le incrementaron 5 ventiladores que fueron distribuidos en el centro del galpón; y se los utilizan sólo en la última semana de la cría.

Además de nebulizar agua, la instalación del sistema ayudó a nebulizar expectorantes durante la cría y una solución de yodo para desinfectar el ambiente y bajar la carga bacteriana dentro del galpón.

BIBLIOGRAFÍA

Ross, (2002). *Manual de Manejo de Pollo de Engorde*. Scotland, United Kingdom

Cobb Vantress, Dr. Luis Bellido Taber(2009). *Relatorio de visita técnica*, Perú,

Rommel Bravo, sistema Brill (2010-2011), Datos zootécnicos de granjas integradas, General Elizalde, Ecuador.

APÉNDICES

APÉNDICE A

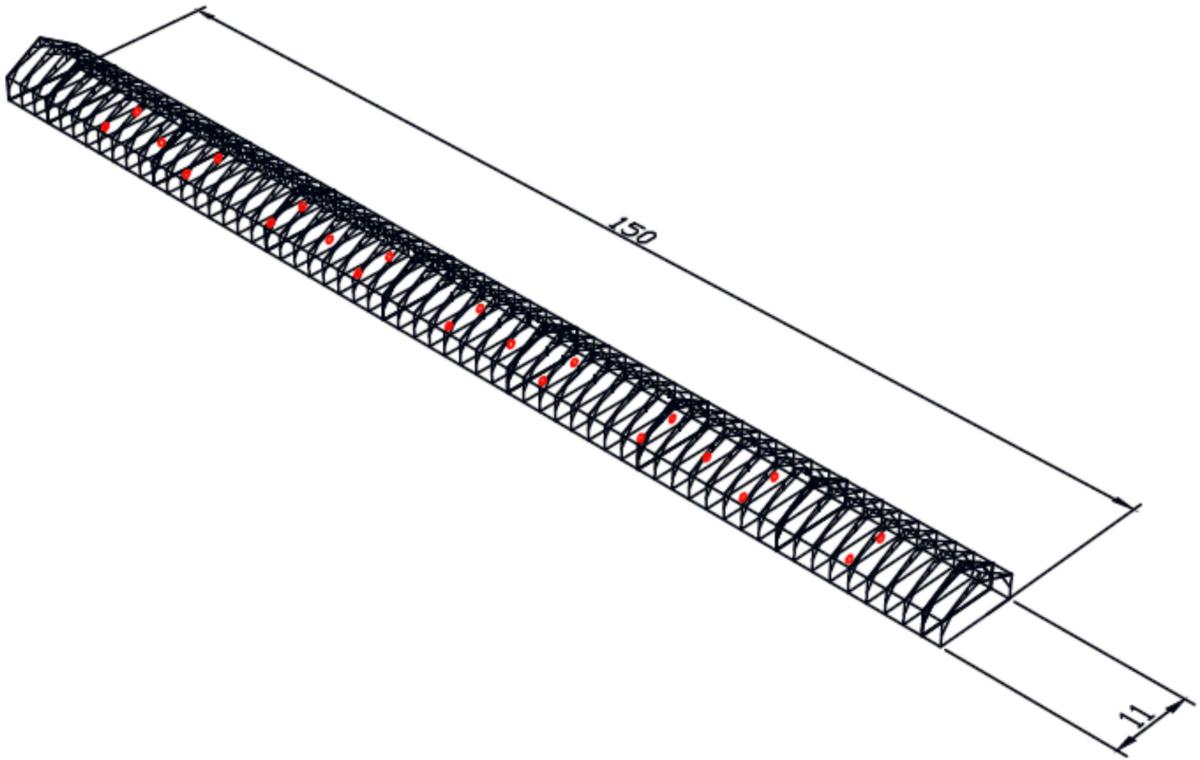
Evolución del pollo en el tiempo

<i>Año</i>	<i>Peso lb.</i>	<i>Peso gr.</i>	<i>Edad días</i>	<i>F.C.</i>	<i>gr./día</i>	<i>% Mort.</i>	<i>%Sobrevivencia</i>	<i>Índice</i>
1925	2.28	1035.1	112	4.7	9.24	18	82	16.12
1935	2.6	1180.4	98	4.4	12.04	14	86	23.54
1945	3.1	1407.4	84	4.0	16.75	10	90	37.70
1955	3.3	1498.2	70	3.0	21.40	7	93	66.35
1965	3.5	1589.0	63	2.4	25.22	6	94	98.79
1975	3.7	1679.8	56	2.1	30.00	5	95	135.70
1985	4.2	1906.8	49	2.0	38.91	5	95	184.84
1995	4.6	2088.4	45	1.9	46.41	5	95	232.04
2005	5.4	2451.6	44	1.8	55.72	4	96	297.16
2010	5.6	2542.4	42	1.7	60.53	3.5	96.5	343.61
2015	5.8	2633.2	40	1.65	65.83	3	97	387.00

Feathered Success Watt Poultry Feb. 2002 y Nilipour 2012

APÉNDICE A

Vista de un galpón



APÉNDICE C



