



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

EVALUACIÓN DE LA UTILIZACIÓN Y GRADO DE INCLINACIÓN DE
VENTILADORES SOBRE CONDICIONES AMBIENTALES Y
PARAMETROS ZOOTECNICOS EN CERDOS DE ENGORDE EN LA
GRANJA EL MOSAICO

AUTOR

TAMARA DAENA SILVA RIOFRIO

AÑO

2020



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

EVALUACIÓN DE LA UTILIZACIÓN Y GRADO DE INCLINACIÓN DE
VENTILADORES SOBRE CONDICIONES AMBIENTALES Y PARAMETROS
ZOOTECNICOS EN CERDOS DE ENGORDE EN LA GRANJA EL MOSAICO

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Médico Veterinario Zootecnista

Profesor/a Guía

Cristian Fernando Cárdenas Aguilera

Autor

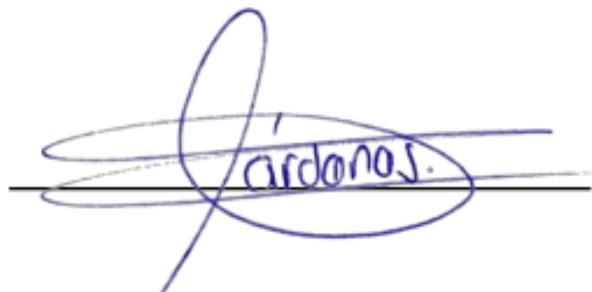
Tamara Daena Silva Riofrio

Año

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo, Evaluación de la utilización y grado de inclinación de ventiladores sobre condiciones ambientales y parámetros zootécnicos en cerdos de engorde en la Granja El Mosaico, a través de reuniones periódicas con el estudiante Tamara Daena Silva Riofrio, en el décimo semestre 2020-20, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.



MVZ. Cristian Fernando Cárdenas Aguilera

C.I. 1718185778

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Evaluación de la utilización y grado de inclinación de ventiladores sobre condiciones ambientales y parámetros zootécnicos en cerdos de engorde en la Granja El Mosaico, del estudiante Tamara Daena Silva Riofrio, en el décimo semestre 2020-20, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

María José Amores.

Ing. María José Amores Villacrés

C.I. 1711857134

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mí autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.



Tamara Daena Silva Riofrio

C.I. 1723801625

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer al Dr. Cristian Cardenas y a la Ing. María José Amores, quienes con sus conocimientos y apoyo me guiarón a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

Por último, quiero agradecer a todos mis amigos, familia, y novio por apoyarme aun cuando mis ánimos decaían. En especial, quiero mencionar mis padres, que siempre estuvieron ahí para darme palabras de apoyo y un abrazo reconfortante para renovar energías.

Muchas gracias a todos

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios.

A mis padres quienes me apoyaron todo el tiempo.

A mi familia quienes en todo momento estuvieron pendientes y me dieron su apoyo moral e incondicional.

A mi novio quien me apoyo y alentó para continuar, cuando parecía que me iba a rendir.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

A todos los que me apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en la granja porcina El Mosaico donde cuentan con una capacidad de 5605 cerdos, donde se escogieron 3 galpones con un total de 4203 cerdos línea PIC, cada galpón cuenta con 1401 animales, compuesto por 44 corrales de 26.86m². Se tomaron muestras de peso, temperatura corporal del cerdo, seleccionando 10 cerdos de cada galpón con un intervalo de 10 días, mediante métodos de inclusión y exclusión. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la utilización y grado de inclinación de ventiladores sobre condiciones ambientales y parámetros zootécnicos en 3 diferentes grupos, un testigo y 2 experimentales con diferentes grados de inclinación en cerdos de engorde en una granja ubicada en el cantón Patricia Pilar. Se analizaron medidas de tendencia central, Shapiro-Wilk como prueba de normalidad y para la diferenciación entre grupos se realizó ANOVA al 95% de confianza y Duncan. Los resultados obtenidos demuestran que existen diferencias estadísticas en temperatura corporal, perianal, peso corporal, temperatura de galpón entre los tres grupos antes de la faena, que está dada porque los animales entran en estrés calórico, hay un aumento de densidad, por lo tanto esto incrementa la sensación térmica de los cerdos debido al aumento de temperatura dentro del galpón, concluyendo que la utilización de ventiladores sí tienen un efecto en los parámetros zootécnicos y ambientales. En conclusión, el uso y grado de inclinación de los ventiladores tiene efecto sobre las variables ambientales del galpón y parámetros zootécnicos de los porcinos engorde.

Palabras clave: Estrés calórico, cerdo, disipación de calor, crecimiento de cerdo, ventilador.

ABSTRACT

This research was carried out at the El Mosaico pig farm where they have a capacity of 5,605 pigs, where 3 barns were chosen with a total of 4203 PIC line pigs, each barn has 1401 animals, composed of 44 pens of 26.86m². Samples of weight, body temperature of the pig were taken, selecting 10 pigs from each barn with an interval of 10 days, by inclusion and exclusion methods. Measures of central tendency were analyzed, Shapiro-Wilk as a test of normality and for the differentiation between groups, ANOVA was performed at 95% confidence and Duncan. The results obtained show that there are statistical differences in body temperature, perianal, body weight, house temperature between the three groups before slaughter, which is given because animals enter heat stress, there is an increase in density, therefore this it increases the thermal sensation of the pigs due to the increase in temperature inside the house, concluding that the use of fans does have an effect on the zotechnical and environmental parameters. in conclusion, stating that the use and degree of inclination of the fans influences the environmental variables of the house and parameters zotechnics of fattening pigs.

Key Words: Caloric stress, pig, heat dissipation, pig growth, fan.

ÍNDICE

Capítulo I: Introducción	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo general	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
1.2. Hipótesis	3
Capítulo II: Marco teórico.....	4
2.1. Estrés calórico en el engorde de porcinos.....	4
2.1.1. Confort térmico en bienestar animal	5
2.1.2. Disipación de calor	7
2.1.3. Efectos en la alimentación voluntaria	9
2.2. Sistema de ventilación en granjas porcinas.....	11
2.2.1. Uso de ventilación en producción porcina	11
2.2.2. Ventilación Mecánica	12
2.2.3. Ventilación Natural	16
Capítulo III: Materiales y métodos	18
3.1. Ubicación	18
3.2. Población y muestra	19
3.2.1. Población.....	19
3.2.2. Muestra.....	19
3.3. Materiales.....	21
3.3.1. De Campo	21
3.4. Metodología	21
3.4.1. Tipo de estudio.	21
3.4.2. Diseño experimental	22
3.4.3. Variables	23
3.4.4. Manejo de experimento	24
3.4.4.1. Descarga y recepciones animales	24

3.4.4.2.	Alimentación recibida durante el experimento	24
3.4.4.3.	Aplicación de inmunocastración	24
3.4.4.4.	Toma de Variables	25
a.	Peso de cerdos	25
b.	Ganancia de peso diario	25
c.	Conversión de alimento	25
d.	Consumo de Balanceado	26
e.	Consumo de Agua	26
f.	Inclinación de Ventiladores	26
g.	Temperatura y humedad ambiental	28
h.	Velocidad de viento	29
i.	Temperatura Corporal del cerdo	30
3.4.2	Análisis estadístico.....	30
Capítulo IV: Resultados y discusión		31
4.4	Resultados	31
4.4.1	Cambios en variables ambientales.....	31
4.4.2 Efecto de las variables ambientales sobre la temperatura corporal de los cerdos	32
4.4.3	Efecto de los tratamientos aplicados sobre los parámetros zootécnicos.....	48
4.4.3.1	Conversión alimenticia	48
4.4.3.2	Ganancia de peso diario	50
4.4.3.3	Consumo de alimento	51
4.4.3.4	Consumo de agua.....	52
4.4.3.5	Peso corporal	53
4.4	Discusión.....	56
4.5	Limitantes.....	58
Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones.....		59
5.4	Conclusiones	59

5.5 Recomendaciones	60
REFERENCIAS	61
ANEXOS	65

TABLAS

Tabla 1 Criterios de Inclusión y Exclusión para toma de variables	20
Tabla 2 Materiales de campo	21
Tabla 3 Descripción de tratamientos empleados	22
Tabla 4 Tabla de Variables	23
Tabla 5 ANOVA Temperaturas	32
Tabla 6 Prueba Post hoc de Temperatura.....	32
Tabla 7 Resultados de medidas de dispersión de temperatura perianal del grupo testigo sin ventilación (T0) en 5 muestreos.	33
Tabla 8 Resultados de medidas de dispersión de temperatura perianal del grupo tratamiento con ventilación inclinada (T1) en 5 muestreos.	34
Tabla 9 Resultados de medidas de dispersión de temperatura perianal del grupo tratamiento con ventilación recta (T2) en 5 muestreos.	34
Tabla 10 Resultados de medidas de dispersión de temperatura corporal del grupo en 5 muestreos.	35
Tabla 11 Resultado de la prueba de ANOVA entre grupos testigos y tratamiento de la variable temperatura perianal.	36
Tabla 12 Resultado de la prueba de post hoc, Duncan entre grupos testigos y tratamiento de la temperatura perianal 2, 3, 4 y 5.	37
Tabla 13 Resultado de la prueba de ANOVA entre grupos testigos y tratamiento de la variable temperatura corporal.	39
Tabla 14 Resultado de la prueba de post hoc, Duncan entre grupos testigos y tratamiento de la temperatura corporal 2, 3, 4 y 5.	39
Tabla 15 Resultado de la prueba de ANOVA entre muestras de temperatura perianal del testigo T0.....	40
Tabla 16 Resultado de la prueba de post hoc, Duncan entre muestras de temperatura perianal del grupo TSV.	41
Tabla 17 Resultado de la prueba de ANOVA entre muestras de temperatura corporal del testigo sin ventilador (T0).....	42
Tabla 18 Resultado de la prueba de post hoc, Duncan entre muestras de temperatura corporal del testigo sin ventilador (T0).	42
Tabla 19 Resultado de la prueba de ANOVA entre muestras de temperatura perianal del tratamiento con ventilador inclinado (T1).	43
Tabla 20 Resultado de la prueba de post hoc, Duncan entre muestras de temperatura perianal del tratamiento con ventilador inclinado (T1).	44
Tabla 21 Resultado de la prueba de ANOVA entre muestras de temperatura corporal del tratamiento con ventilador inclinado (T1).	44

Tabla 22 Resultado de la prueba de post hoc, Duncan entre muestras de temperatura corporal del tratamiento con ventilador inclinado (T1).	45
Tabla 23 Resultado de la prueba de ANOVA entre muestras de temperatura perianal del tratamiento con ventilador recto (T2).	46
Tabla 24 <i>Resultado de la prueba de post hoc, Duncan entre muestras de temperatura perianal del tratamiento con ventilador recto (T2).</i>	46
Tabla 25 Resultado de la prueba de ANOVA entre muestras de temperatura corporal del testigo con ventilador recto (T2).	47
Tabla 26 Resultado de la prueba de post hoc, Duncan entre muestras de temperatura corporal del tratamiento con ventilador recto (T2).	47
Tabla 27 ANOVA conversión alimenticia de los grupos.....	49
Tabla 28 ANOVA ganancia de peso de los grupos.	51
Tabla 29 ANOVA Consumo de alimento	52
Tabla 30 Resultados de medidas de dispersión de peso de los 3 grupo en 5 muestreos.	53
Tabla 31 Resultado de la prueba de ANOVA entre grupos testigos y tratamiento de la variable peso.....	54
Tabla 32 Resultado de la prueba de post hoc, Duncan entre grupos testigos y tratamiento del peso 1 y 5.	55

FIGURAS

Figura 1. Adaptación de cerdos en engorde de acuerdo con las temperaturas ambientales.....	5
Figura 2. Índice de estrés temperatura y humedad para el crecimiento de los cerdos de engorde.	6
Figura 3. Intercambio térmico de cerdos y diferentes estrategias de enfriamiento.	9
Figura 4. Sistema de presión positiva.	13
Figura 5. Presión negativa localización de ventiladores.	13
Figura 6. Sistema de presión neutral.....	14
Figura 7. Tipos de ventilador axial.....	15
Figura 8. ventilación natural.	17
Figura 9. Mapa de ubicación de la granja Mosaico.	18
Figura 10. Medición de ángulo	27
Figura 11. Colocación de ventilador	28
Figura 12. Colocación del termohigrometro.....	29
Figura 13. Temperaturas de galpón y ambiental	31
Figura 14 Conversión alimenticia de los grupos testigos en 5 muestras.	49
Figura 15 Ganancia de peso diario de los grupos testigos en 5 muestras.	50
Figura 16 Consumo de balanceado de los grupos testigos en 5 muestras.	51
Figura 17 Consumo de agua de los grupos testigos en 5 muestras	52

Capítulo I: Introducción

Los porcinos tienen dificultad para disipar el calor por medio de la sudoración, esto está dado por que poseen pequeñas glándulas sudoríparas (Souza, 2015), debido a ello los cerdos mantienen diferentes mecanismos que ayudan al intercambio térmico, lo que complica la producción intensiva que tienen los cerdos (Edith J. Mayorga, David Renaudeau, Brett C. Ramirez, Jason W. Ross, Lance H. Baumgard, 2019).

La deficiencia de termorregulación de los cerdos se da por la variación de temperatura ambiental mayor a 24°C en confinamiento, que produce problema en el control de temperatura ambiental del galpón y dificulta eludir el estrés calórico (Centurión R. , Caldara, Moi, & Almeida Paz, 2014).

Los componentes productivos en una explotación porcina se ven afectados al sobrepasar la zona termoneutral de los cerdos por altas temperaturas, esto hace que baje el consumo de alimento (H. M. White, 2008) por lo cual el peso final del lote se ve afectado en la venta de los animales.

En las granjas porcinas, los parámetros productivos en los cerdos están enfocados en tener una mejor ganancia de peso, tratando de optimizar el alimento en las diferentes etapas y aumentando la densidad de cerdos por corral. De acuerdo con Agrocalidad y ASPE, en la guía de buenas prácticas porcícolas adjuntado a la Resolución 217 emitida el 12 de diciembre del 2011, el bienestar animal ha sido uno de los complementos en el sector pecuario, ya que en se ha comprobado que va de la mano con la eficiencia de los establecimientos productivos.

Los cerdos son sensibles a las altas temperaturas, en relación con los diferentes animales en producción (Lendelova, 2014).

En la presente investigación se enfocará en verificar si la utilización de ventiladores tendrá un efecto sobre las variables ambientales y parámetros productivos en el engorde de porcinos. El proyecto se realizó en la granja porcina El Mosaico ubicada en Patricia Pilar, provincia de Los Rios - Ecuador.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la utilización y grado de inclinación de ventiladores sobre condiciones ambientales y parámetros zootécnicos en 3 diferentes grupos, un testigo y 2 experimentales con diferentes grados de inclinación en cerdos de engorde en una granja ubicada en el cantón Patricia Pilar.

1.1.2. Objetivos específicos

Evaluar el efecto del uso y grado de inclinación de ventiladores mediante medidores climáticos para determinar cambios en las variables ambientales de cada grupo de animales.

Analizar el efecto del uso y grado de inclinación de ventiladores sobre la temperatura corporal de los cerdos y estrés calórico en los cerdos.

Establecer el resultado de la aplicación y grado de inclinación de ventiladores sobre las variables zootécnicas en cada uno de los grupos, para determinar el impacto del estrés calórico sobre parámetro productivos.

1.2. Hipótesis

H0: El uso y grado de inclinación de los ventiladores no tiene efecto sobre las variables ambientales del galpón, temperatura corporal y parámetros zootécnicos de los porcinos de engorde, por lo tanto, no intervine en la reducción del estrés calórico.

H1: El uso y grado de inclinación de los ventiladores tiene efecto sobre las variables ambientales del galpón, temperatura corporal y parámetros zootécnicos de los porcinos de engorde, por lo tanto, no intervine en la reducción del estrés calórico.

Capítulo II: Marco teórico

2.1. Estrés calórico en el engorde de porcinos

Se considera estrés calórico a la activación de un complejo de mecanismos fisiológicos, conductuales y anatómicos destinados a facilitar la pérdida de calor o minimizar la ganancia de calor del medio ambiente (Huynh T, 2005), es decir que el estrés por calor ocurre cuando el cuerpo ya no puede mantener la homeostasis termorreguladora (Pearce, 2011).

El estrés calórico tiene un impacto negativo en algunos de los parámetros productivos de los cerdos, en el ciclo de maternidad y reproducción, se encuentran la lactancia, y reproducción de la especie; en el ciclo de engorde está el crecimiento, rasgos de la carcasa (Baumgard L. H., 2013), esto se da por la característica del cerdo de poder influenciar los ácidos grasos de manera que se mantenga en una adecuada fluidez de las membranas lipídicas en respuesta al cambio de temperaturas (Hazel, 1995), además, en la reproducción el estrés calórico afecta la secreción de GnRH y gonadotropinas (Miryam Vélez Marín, 2010).

La particularidad que tiene el tejido adiposo al influenciar los ácidos grasos es la de remodelar los componentes en el proceso conocido como adaptación homeoviscosa (Bayne, 2017).

Uno de los signos principales del estrés por calor, es la reducción del consumo de alimento hasta un 50% (Collin A, 2001), además, los cerdos al ser criados bajo condiciones de estrés calórico, tienen un aumento de tejido adiposo, una disminución de masa muscular (Baumgard LH, 2012) y alteran su comportamiento modificando su postura (Huynh, Aarnink, & Verstegen, 2005), como se puede observar en la Figura 1.

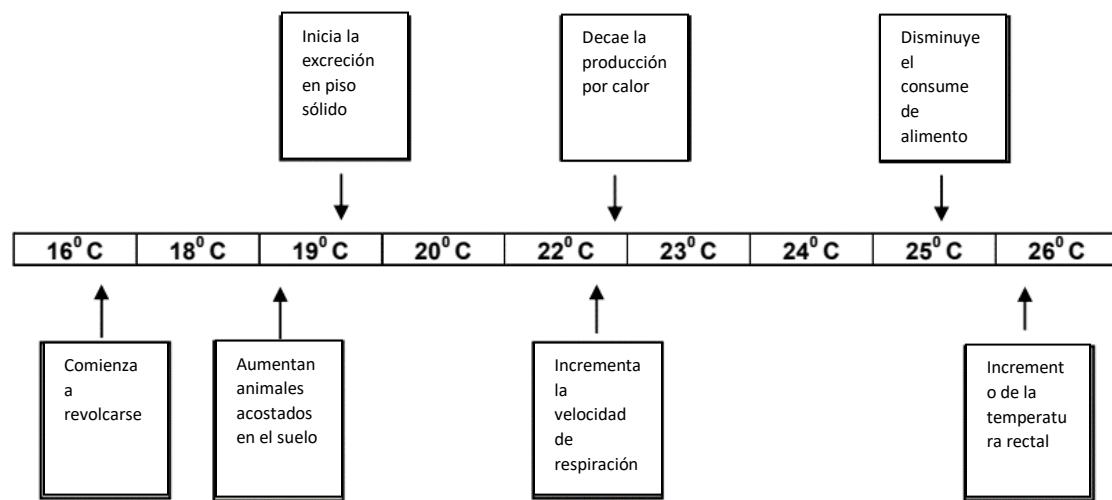


Figura 1. Adaptación de cerdos en engorde de acuerdo con las temperaturas ambientales.

Adaptado de: (Huynh T, 2005)

La limitante anatómica del cerdo, son sus glándulas sudoríparas, estas tienen pocas funciones y su capacidad termorreguladora se complica aún más por una gruesa capa de tejido adiposo subcutáneo, que impide la pérdida de calor (Collier, 2015).

2.1.1. Confort térmico en bienestar animal

Dada la limitación de sudar en los cerdos, las temperaturas ambientales altas hacen que el animal salga de su zona de confort, por lo que son susceptibles a sufrir de estrés calórico (Centurión R. , Caldara, Moi, & Almeida Paz, 2014).

Los cerdos son homeotérmicos y su temperatura corporal fluctúa de los 38.6 a 39.2°C estando en condiciones normales (Rodrigues, Zangeronimo, & Fialho, 2010).

La zona termoneutral del cerdo es el estadio en el que no realiza ningún esfuerzo para establecerse entre la temperatura crítica inferior (18°C) o a la temperatura de evaporación (25°C) (Labussièrre, Saornil, & Revuelta, 2017).

Un ambiente térmico se alcanza con el equilibrio entre la cantidad de calor disipada por el cerdo y el calor recibido del medio ambiente (Medeiros, 2001).

Al sobrepasar la zona de termoneutral del cerdo en ceba, tiene limitantes representadas principalmente en la productividad (Rodrigues, Zangeronimo, & Fialho, 2010), como se observa en la Figura 2.

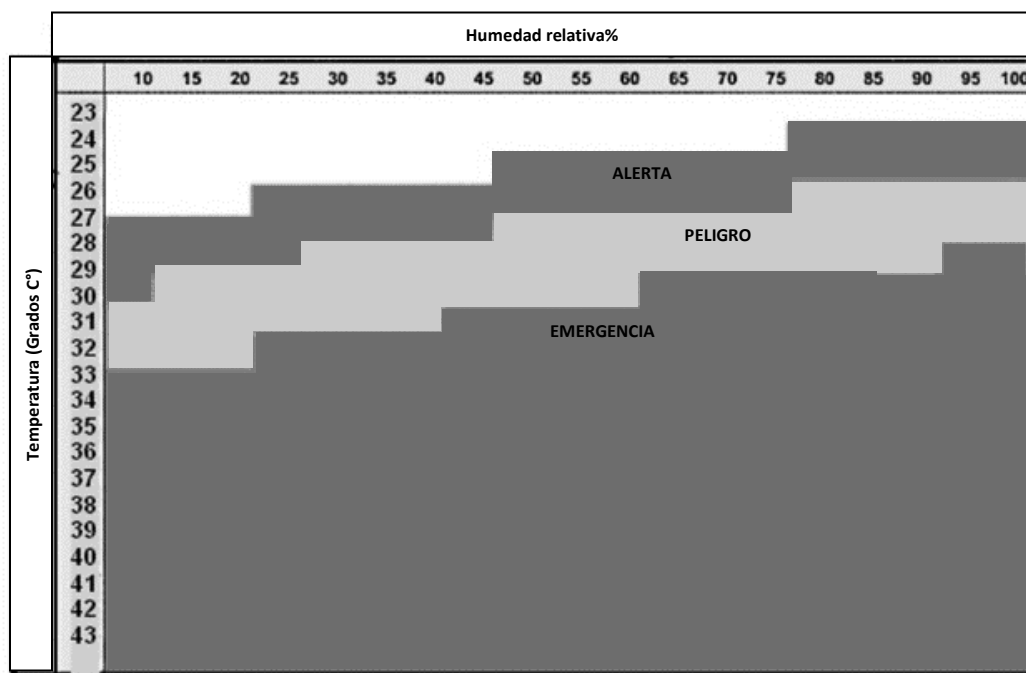


Figura 2. Índice de estrés temperatura y humedad para el crecimiento de los cerdos de engorde.

Adaptado de: (Jacobson, 2013)

Nota: Alerta: Se debe estar preparado para implementar medidas de enfriamiento, aumento de ventilación en galpón, observar comportamiento de animales si hay presencia de estrés y verificar la disponibilidad de agua,

Peligro: Monitoreo de los animales constantemente, recomendación enjuagar líneas de agua periódicamente, proporcionar mayor enfriamiento como rociadores o almohadillas evaporativas a los animales, asegurarse del movimiento de aire, Emergencia: Tratar de disminuir la actividad de los cerdos, tomar medidas de monitoreo nombradas anteriormente, retirar alimento durante las temperaturas altas, y evitar transportar cerdos.

Los cerdos al estar en temperaturas sobre su zona termoneutral responden de la siguiente manera: aumentan su respiración, expanden su área de superficie acostándose en el suelo, y aumentan el consumo de agua (Pearce, 2011).

El primer comportamiento para determinar el bienestar de los cerdos por estrés calórico es observar la cantidad de cerdos acostados en el piso, donde recomienda tener la densidad del corral recomendada (Huynh, Aarnink, & Verstegen, 2005), que en cerdos de ceba el espacio requerido para cerdos entre 10kg a 50kg va de 0.2 a .4 m²/cerdo y mayor de 50 kg a 110kg requieren 0.55m² a 0.65m²/cerdo (Joon H. Lee, 2015).

2.1.2. Disipación de calor

La temperatura ambiente, radiación solar o la humedad del aire, son factores que influyen en la carga térmica que son sometidos los cerdos (Centurión R. , Caldara, Moj, & Almeida Paz, 2014).

Las diferentes razas de cerdos actúan de formas distintas a las mismas temperaturas; como sucede con los cerdos criollos, donde tienen la capacidad de generar más resistencia en comparación de las diferentes líneas genéticas ya establecidas que expelen más calor metabólico (Cura, 2014).

Los cerdos dependen más de la evaporación para disipar el calor, esto lo realizan en conjunto a los mecanismos de pérdida de calor en los animales como es la convección, conducción y radiación (Edith J. Mayorga, 2019).

La evaporación está regulada por la humedad en el aire, donde la pérdida de calor es por medio de vía respiratoria y a través del sistema tegumentario al sudar (Labussière, Saornil, & Revuelta, 2017).

En la convección, hay adquisición de la temperatura externa producida dentro del aparato respiratorio, donde en un tiempo prolongado ayuda a producir pérdida de calor en mayor proporción (Rodrigues, Zangeronimo, & Fialho, 2010).

En la conducción, los cerdos transfieren calor desde el centro de su organismo hacia la superficie exterior del cuerpo, a través del movimiento de las partículas (Andersson & H, 2006).

La pérdida de calor por radiación es producida por la emisión de rayos, los animales irradian calor a objetos más fríos y recibe radiación de objetos más calientes (Rodrigues, Zangeronimo, & Fialho, 2010).

Para la disipación más rápida de los mecanismos de pérdida de calor, se ha realizado modificaciones en el ambiente de confinamiento de los cerdos, como es la radiación solar, aire acondicionado, aspersion, enfriamiento directo, suelo conductivo (Edith J. Mayorga, 2019), estas diferentes herramientas las podemos observar en la Figura 3.

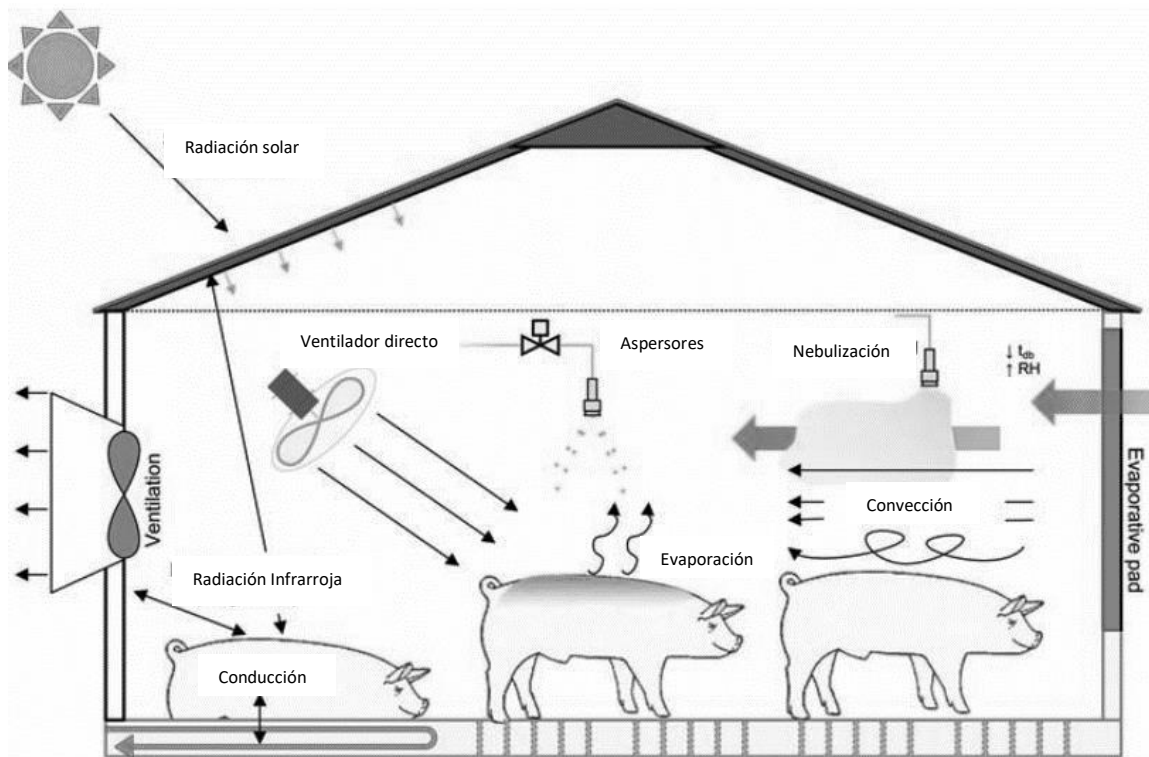


Figura 3. Intercambio térmico de cerdos y diferentes estrategias de enfriamiento.

Adaptado de: (Edith J. Mayorga, 2019)

2.1.3. Efectos en la alimentación voluntaria

La variación de condiciones ambientales en predio influye sobre la ingesta de alimento haciendo que la alimentación voluntaria sea sensible, ejemplo de esto se observa en las cerdas lactantes, donde hay una disminución de consumo a partir de los 22°C (Gourdine, 2006).

La disminución de consumo de alimento en los cerdos está dada para intentar compensar el aumento de temperatura ambiental y así poder mantener la termorregulación, y el proceso de absorción y digestión de alimento (Pearce, 2011).

Hay que tomar en cuenta que el efecto negativo por la disminución en la ingesta y las temperaturas altas son de igual importancia al momento de observarlo en el peso corporal del cerdo (Renaudeau & Gourdine, 2011).

En estrés calórico los cerdos presentan un impacto fisiológico y metabólico de los animales en crecimiento y cerdas en lactancia, donde distribuyen nutrientes postabsorción para apoyar el estado fisiológico del musculo esquelético y síntesis de leche (Bauman DE, 1980).

Los componentes de la alimentación emiten calor asociado al momento de la digestión; por ejemplo, aproximadamente hay un 22% de la energía convertida en calor de carbohidratos, un 15% de la grasa y un 33% de proteína (T. M. Brown-Brandl, 2004).

Los cerdos realizan un ahorro de glucosa por medio al efecto homorrético, en el crecimiento utilizando sus nutrientes como si estuvieran en un plan de nutrición reducido (Baumgard & Rhoads, 2012).

Cuando hay alteraciones marcadas en el metabolismo de lípidos y carbohidratos, los nutrientes de la dieta se distribuyen en los diferentes tejidos y músculos, donde son alteradas las concentraciones anabólicas y señales catabólicas (Mersmann , 1987).

Una característica de la alteración de las señales catabólicas es la reducción en la insulina circulante y de la sensibilidad de la insulina adiposa, que permite la movilización de los ácidos grasos no esterificados y adiposidad lipídica (Baumgard & Rhoads, 2012).

2.2. Sistema de ventilación en granjas porcinas

2.2.1. Uso de ventilación en producción porcina

El rendimiento de la producción porcina está vinculado con las condiciones del microambiente donde se encuentran, las características que tienen son temperatura ambiente, velocidad del aire, humedad relativa del aire y la intensidad de la luz está estrechamente relacionada con el rendimiento de engorde de cerdos (Lebret, 2008).

Según Eline Justino al tener una comprensión del equilibrio térmico de las temperaturas de cerdos y galpón, mejorara la condición ambiental de los mismo, y esto ayuda a la evaluación los sistemas de ventilación (Eline Justino, 2014).

Los sistemas de ventilación en los establecimientos de producción son ser: natural, mecánico o una combinación de ambos (Luiz Euquério de Carvalho, 2004), esto debe estar diseñado con entradas y salidas para una adecuada circulación y disipación de aire caliente y sus componentes (Mueling, 1990).

La adopción de un sistema de control climático dependerá del nivel tecnológico de explotación, el potencial genético de los animales y, sobre todo, del nivel de trabajo del predio (Luiz Euquério de Carvalho, 2004)

Los métodos de ventilación natural comenzaron con el confinamiento de animales en galpones, y dejaban las puertas abiertas de los galpones para reducir la humedad o la acumulación de calor, conocida hoy en día como ventilación natural, aunque más sofisticado, operan exactamente con los mismos principios (Jones D. D., 2015).

2.2.2. Ventilación Mecánica

La ventilación mecánica, está basada en la utilización de cualquier tipo de dispositivo mecánico para el movimiento de aire, para aumentar el flujo en el galpón (Gerald R. Bodman, 1989).

En el sistema de ventilación mecánica, el aire fresco es empujado dentro del galpón por el ventilador hacia el protector frente a él o más comúnmente hacia los conductos de salida (Jones D. a., 1996).

El sistema mecánico de ventilación tiene 3 tipos de presión: Presión positiva, fuerza aire puro dentro de los galpones, Presión negativa, tiene un deflector restrictivo cuando se lo abre aumenta la velocidad de aire y ayuda al movimiento de aire caliente y frío, Presión neutra, un ventilador empujar el aire fresco hacia el conducto donde se encuentra el extractor para expulsar el aire (Holmes, 1990), para demostración de los sistemas observar las Figuras 4, 5, 6.

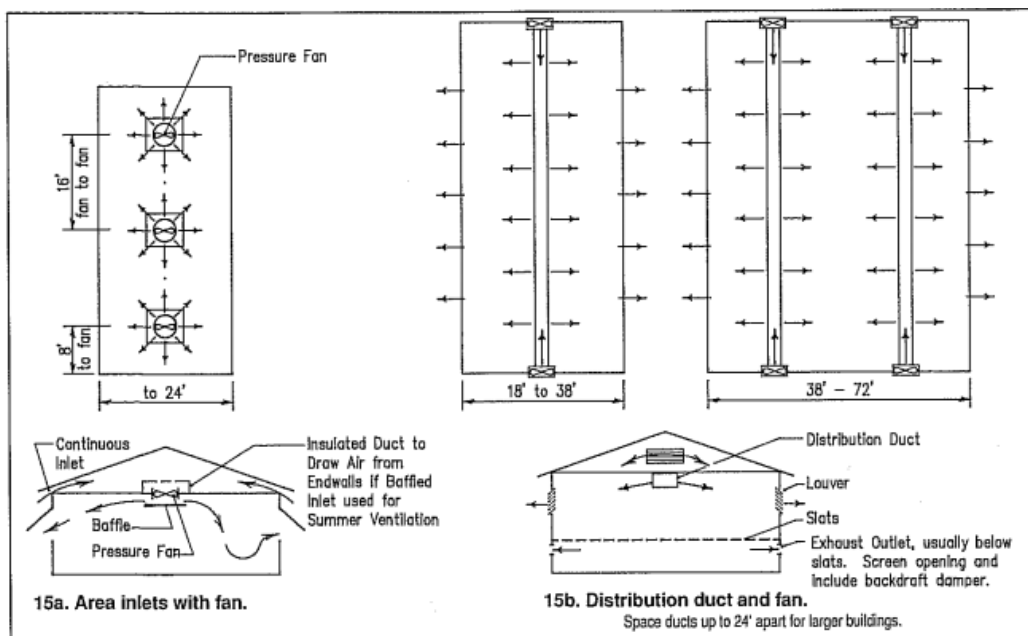


Figura 4. Sistema de presión positiva.

Adaptado de: (Holmes, 1990)

Nota: 15a. Área de entrada y ventilación, está situada en el centro del galpón con un espacio de 7.31m, tiene una distancia del inicio al ventilador de 2.43m y 4.87m de ventilador a ventilador. Este galpón el conducto aislado extrae el aire de las paredes de los extremos, cuando se tiene una entrada con ventilación. 15b. Distribución de ducto y ventiladores, el espacio de ductos es de una separación hasta 7.31m para un galpón grande.

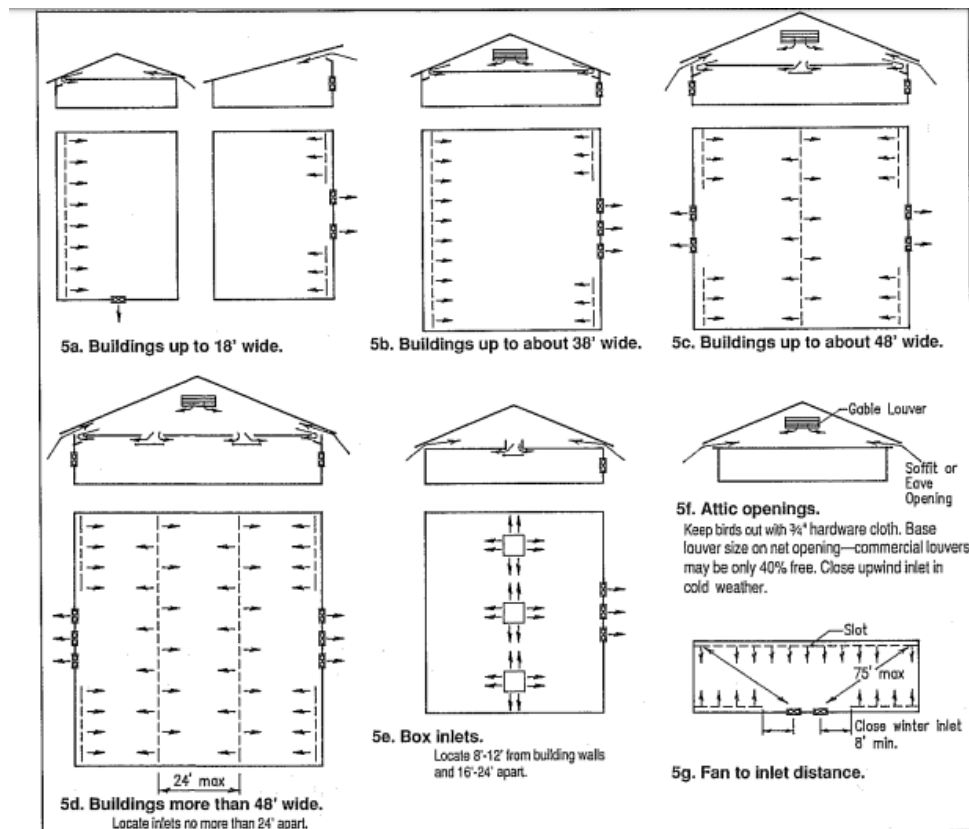


Figura 5. Presión negativa localización de ventiladores.

Adaptado de: (Holmes, 1990)

Nota: 5a. Galpón de hasta 5.48m de ancho. 5b. Galpón de hasta aprox 11.58m de ancho. 5c. Galpón de hasta aprox 14.63m de ancho. 5d. Galpón de más 14.63m de ancho. 5e. Caja de entrada, localizada de 2.43m a 3.65m desde las paredes del galpón y 4.87m a 7.31m aparte. 5f. Apertura de Persianas, mantiene a las aves alejadas con $\frac{3}{4}$ de tela ergonómica. 5g. distancia entre ventiladores y entrada. Debe ser de 22.86m máximo.

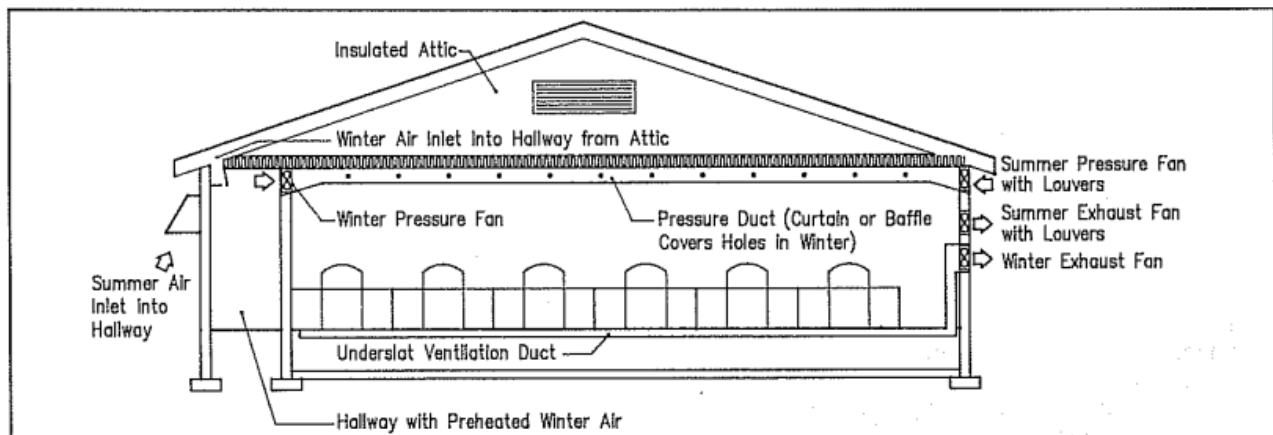


Figura 6. Sistema de presión neutral.

Adaptado de: (Holmes, 1990)

Nota: El ventilador de invierno ingresa aire fresco, esta para por el conducto de presión hacia los ventiladores de verano con persiana. En este caso mantienen un ducto de ventilación debajo de los corrales que llega al extractor de ventilación invierno.

Para la colocación de los ventiladores en un sistema mecánico, incluye entrada de ductos de aire y extractores de pared, para la selección de estos se da a partir de la velocidad de ventilación (Jones D. a., 1996).

Los ventiladores más usados en la ventilación mecánica son de tipo axial, que son los que mueven aire paralelamente del ventilador, de estos hay 3 tipos: Propeller, tubeaxial, vaneaxial (Holmes, 1990), observado en la Figura 7.

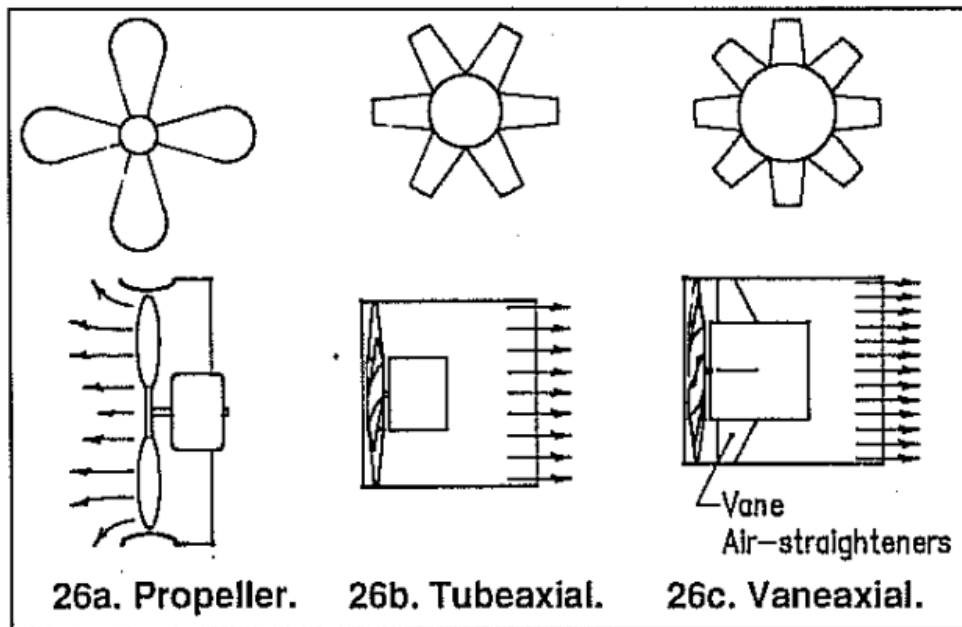


Figura 7. Tipos de ventilador axial.

Adaptado de: (Holmes, 1990)

Nota: 26a. Propeller contiene 4 aspas. 26b. tubeaxial contiene 6 aspas. 26c. vaneaxial contiene 8 aspas.

Cuando se adicionan ventiladores de enfriamiento mecánico, a la ventilación natural hay una mejora en la introducción de aire (James Atkinson, 2009).

2.2.3 Ventilación Natural

La ventilación natural, está dada por la presión del viento a través del galpón, su variación será diferente dependiendo de la temperatura exterior e interior de la facilidad en donde se encuentra el edificio, este tipo de sistema funciona mejor cuando tiene aperturas laterales y un pico en el techo (Gerald R. Bodman, 1989).

El sistema de ventilación natural es difícil de controlar por la variación de flujo que existen en las diferentes partes de la edificación, esto hace que algunos lugares del galpón el flujo de aire no llegue o sea débil (James Atkinson, 2009).

La efectividad de la ventilación natural depende de la presión del viento o del espacio abierto para una ventilación adicional, para un control de la entrada y salida del aire que se desea en el galpón (P. Daskalov, 2005), como se puede observar en la Figura 8.

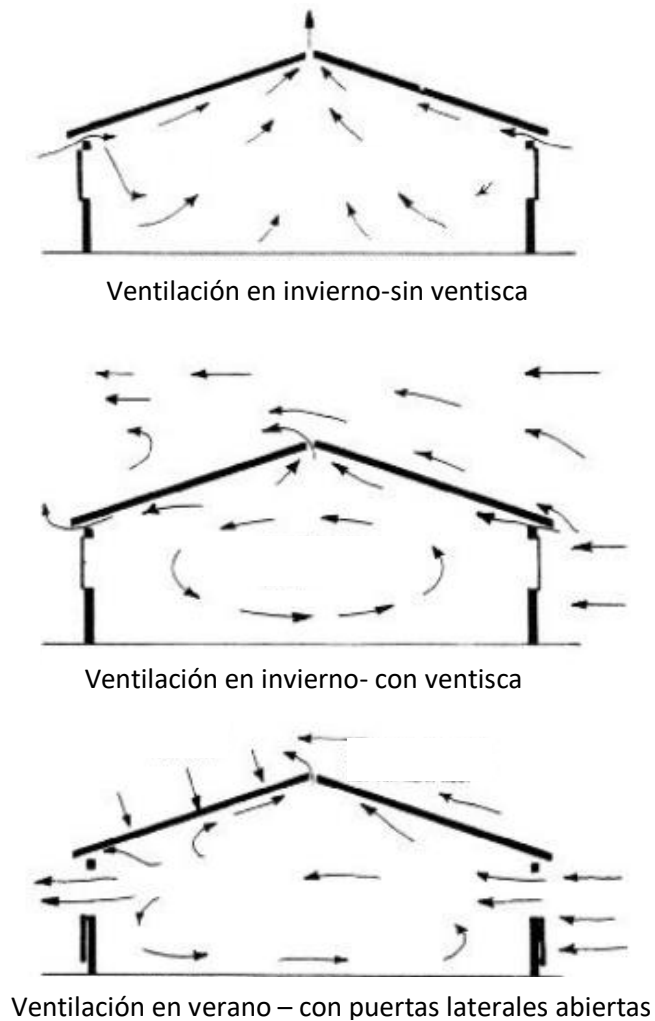


Figura 8. ventilación natural.

Adaptado de: (Jones D. D., 2015)

Nota: Dependiendo de la apertura de las ventanas o sección para la entrada de aire en el galpón, se observa la distribución del aire dentro del galpón.

Tener una adecuada ubicación del galpón, es esencial para el sistema de ventilación natural, con respecto a vientos predominantes, arboles, ubicación terrestre, orientación (Jones D. D., 2015).

Capítulo III: Materiales y métodos

3.1. Ubicación

La Granja Porcina “El Mosaico” se encontró ubicada en la parroquia Patricia Pilar, cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos a 162 m.s.n.m. Informes de la estación Puerto ILA perteneciente del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, en el sector el clima es cálido húmedo cuya temperatura varía entre 21.9 a 26.8 °C (Inamhi, 2019). Las coordenadas del predio son (0°39'01.0" S – 79°21'45.4" W) como se aprecia en la Figura 9.



Figura 9. Mapa de ubicación de la granja Mosaico. Tomado del estudio Geográfico, realizado en el predio.

3.2. Población y muestra

3.2.1 Población

La Granja se dedica a la producción porcina en la etapa de engorde, cuenta con 4 galpones con una capacidad de 5605 cerdos línea PIC, manejan el sistema todo dentro todo fuera. Esto quiere decir que entran a la edad de 70 días y salen de 171 días de edad, pasan en el predio 101 días.

3.2.2 Muestra

Los cerdos están divididos en 3 galpones con un total de 4203 cerdos, cada galpón cuenta con 1401 animales, compuesto por 44 corrales de 26.86m², con una densidad por corral de 0.83m / cerdo macho y 0.78 m / cerdo hembra.

Para la submuestra de las variables peso y temperatura corporal del cerdo seleccionaran 10 cerdos, 5 hembras y 5 machos de cada galpón, mediante métodos de inclusión y exclusión en cada grupo representados en la tabla 1.

Tabla 1 *Criterios de Inclusión y Exclusión para toma de variables*

Criterios de Inclusión	Exclusión
Posición cuadrúpeda	Acostado, sentado
Lejos de bebedero o comedero	Cerca de bebedero o comedero
Clínicamente sano	Que presenten Signología de enfermedad
Que no hayan sido medicados anteriormente	Que hayan sido medicados anteriormente
Condición corporal de 3 en escala 5 puntos	Condición corporal de 1,2,4 en escala 5 puntos
Que esté cerca de la puerta del corral	Que no esté cerca de la puerta del corral
Que no tenga marcas de peleas recientes	Que tenga marca de peleas recientes
Sin jadeo	Jadeando

3.3. Materiales

3.3.1. De Campo

Tabla 2 *Materiales de campo*

Vestimenta	Elementos para estudio
Un par de botas de gaucho	1 bascula digital JADEVER JWI-3000 kg/gr
Uniforme del establecimiento	4 termohigrómetro TermoPro 3 medidor de agua 1 graduador 1 kestrel 30 cerdos de engorde Plataforma de desembarque 1 termómetro infrarrojo Comederos tipo Crystal spring Corrales de 26.86m2 Galpón Bebedores tipo pezón de 1/2” Ventiladores industriales de 36 pulgadas

3.4. Metodología

3.4.1. Tipo de estudio.

El estudio fue experimental prospectivo longitudinal, que enfocó en evaluar en el efecto de la utilización y grado de inclinación de ventiladores sobre condiciones ambientales y parámetros zootécnicos, el inicio del estudio fue el 19 de diciembre de 2019 al 09 de febrero de 2020 con un total de 7 semanas de estudio, los animales a escoger se dividieron en 3 diferentes grupos, un testigo sin ventilador y dos experimentales con diferentes grados de inclinación, se tomaron 10 cerdos de

engorde por grupo, escogidos mediante las características de inclusión y exclusión descritos en la tabla 1.

3.4.2. Diseño experimental

La investigación empezará a los 120 días de vida de los cerdos, donde se tomará el peso de los animales, cada 10 días hasta los 160 días de vida, la temperatura de fuera y dentro del galpón, velocidad de viento en el galpón las cuales serán tomadas cada 7 días.

Además, la cantidad de alimento y agua consumidos serán registrados diariamente.

Primero, con un graduador se medirá la inclinación del ventilador, según el grupo testigo. Se tendrán dos grupos testigos y un control sin ventilación. El grupo Tratamiento 1 será con una inclinación de 15°, Tratamiento 2 con una inclinación de 90°, y por último el control no tendrá uso de ventilador.

Tabla 3 *Descripción de tratamientos empleados*

Tratamiento	Nomenclatura	Descripción
Testigo	T0	Galpón sin ventilador
Tratamiento 1	T1	Galpón con ventilador inclinado Inclinación de 15°
Tratamiento 2	T2	Galpón con ventilador recto Inclinación de 90°

Los ventiladores se encuentran de a 1.3m de alto del ventilador al suelo de distancia, entre ventiladores hay una distancia de 4.2m.

3.4.3. Variables

Tabla 4 *Tabla de Variables*

Variables	Tipo de variable	Indicador	Unidad de medida	Ítem	Instrumento
Peso	Cuantitativa Dependiente	Incremento de Peso diario/semanal	Kg / gr.	# de Kilos	Medición directa
Ganancia de peso diario	Cuantitativa Dependiente	Gramos diarios ganados	gr	# de Gramos	Medición directa
Conversión de alimento	Cuantitativa Dependiente	-	gr	# de Gramos	Medición directa
Consumo de Agua	Cuantitativa Dependiente	Metros cúbicos de agua	Metros cúbicos	# Metros cúbicos de agua	Medición directa
Consumo de Balanceado	Cuantitativa Dependiente	Kilos de alimento consumido diario.	Kg / gr.	# de Kilos	Medición directa
Temperatura Ambiental Ext	Cuantitativa Independiente	Temperatura	°C	Termo hidrógrafo	Medición directa
Temperatura Galpón	Cuantitativa Dependiente	Temperatura	°C	Termo hidrógrafo	Medición directa
Temperatura corporal del cerdo	Cuantitativa Dependiente	Temperatura	°C	Termómetro Láser	Medición directa
Humedad	Cuantitativa Dependiente	Porcentaje	%	Termo hidrógrafo	Medición directa
Velocidad de viento	Cuantitativa Independiente	Metros sobre segundo	m/s	Kestrel	Medición directa
Grado de Inclinación	Cualitativa Nominal Independiente	-	Grados	Graduador	Medición directa

3.4.4. Manejo de experimento

3.4.4.1. Descarga y recepciones animales

El desembarque se realizó 50 días antes de empezar el estudio, en donde la edad de llegada de los cerdos es a los 70 días. Los operarios de la granja realizaron la descarga de los cerdos movilizándolos desde el interior del camión, teniendo en cuidado para evitar golpes o caídas. Los cerdos son recibidos en la plataforma de embarcadero por parte del personal.

Al momento de recibirlos en el galpón, los cerdos fueron contados, y posteriormente separados en los diferentes corrales clasificados por sexo de manera equitativa.

Los cerdos se mantuvieron en el galpón sin ningún tipo de ventilación hasta comenzar la investigación, cumpliendo con el POE de desembarque de cerdos (Anexo 1).

3.4.4.2. Alimentación recibida durante el experimento

La alimentación recibida para los 3 grupos fue manejada de la siguiente manera: La cantidad de balanceado fue ad libitum, los comederos son de acero inoxidable tipo cristal spring, donde se realiza el llenado 3 veces en el día (mañana, tarde, noche).

3.4.4.3. Aplicación de inmunocastración

La aplicación de la inmunocastración se realizó en dos dosis de 2 ml, la primera a los 90 días de vida y la segunda a los 120 días de vida, la vía de administración fue subcutánea en el cuello con una dosificadora con seguridad con aguja corta.

3.4.4.4. Toma de Variables

a. Peso de cerdos

Se realizaron los pesajes de los animales en el horario de la mañana antes de la comida cada 10 días, los animales fueron seleccionados mediante criterios de inclusión y exclusión descritos en la tabla 3. Se tomaron 10 cerdos, 5 hembras y 5 machos por galpón. Los animales escogidos fueron arreados hacia afuera del corral y llevados hacia el pasillo de los galpones, se encontraba la báscula (Pronaca, 2018), el cual tiene sensores a nivel del piso para realizar la medición del peso. La balanza utilizada fue de marca JADEVER modelo JWI-3000 que sirve para hacer pesajes en kg con un nivel de precisión de 20gr para que la toma de estos datos, cumpliendo con el POE de Pesaje de cerdos (Anexo 2).

b. Ganancia de peso diario

La ganancia de peso diario (GDP) es el peso ganado diariamente por los animales por periodo de tiempo establecido, se utilizó la siguiente formula:

$$GDP = \frac{\text{Peso tomado} - \text{peso inicial}}{\text{días de diferencia de pesos}}$$

c. Conversión de alimento

Se utilizó la siguiente fórmula para determinar la conversión alimenticia (CA):

$$CA = \text{Consumo de alimento}(MS) \div \text{Ganancia de peso}$$

d. Consumo de Balanceado

Para el consumo de balanceado se registró todos los días la cantidad de sacos colocados en los comederos en cada grupo testigo, y se los transformó a kilogramos multiplicando por 45kg de peso de saco de balanceado.

e. Consumo de Agua

Se observó el volumen de agua consumida con la ayuda de un medidor industrial de agua que tomó la cantidad de m³ que consumieron en 24h antes de la hora del muestreo, en cada grupo testigo, la unidad de medida para el análisis fue en litros.

f. Inclinación de Ventiladores

Con la ayuda de un graduador se determinó la inclinación de los ventiladores, en el grupo testigo se los colocó el ventilador de forma vertical a 90°, para esto se utilizó dos cadenas a los extremos superiores de los ventiladores para mantenerlos suspendidos, en la mitad de los corrales del lado derecho del galpón. En el grupo testigo con ventilación inclinada, se realizó el mismo procedimiento, determinado con un graduador el ángulo de 15°, el cual para que el ventilador se mantuviera inclinado, se colocó una soga en la parte de inferior de ventilador dándole el ángulo requerido, de la siguiente manera:

1. Con un graduador se medirá la inclinación deseada de los ventiladores, colocando una regla de forma horizontal y en la parte inferior un graduador, observada en la ilustración 1.



Figura 10. Medición de ángulo

2. Se utilizarán dos cadenas a los extremos superiores de los ventiladores para mantenerlos suspendidos, en la mitad de los corrales del lado derecho del galpón.
3. Se colocará una soga en la parte de inferior de ventilador dándole el ángulo requerido, anclándole en la parte superior del galpón, Observada en la ilustración 2.



Figura 11. Colocación de ventilador

g. Temperatura y humedad ambiental

Se midieron valores de humedad (%) y temperatura ambiental (T_a , °C), mediante un termohigrómetro el cual estuvo ubicado en el centro de dos corrales centrales a una altura promedio de un metro, la toma de datos se realizó una vez cada semana los viernes en la mañana, observada en la ilustración 3.



Figura 12. Colocación del termohigrometro

Para demostrar si estas variables temperatura y humedad son estresantes o no para el animal. Este proceso se ejecutó cumpliendo con el POE de toma de temperaturas y humedad (Anexo 4).

h. Velocidad de viento

Para la medición de este parámetro se usó una herramienta llamada Kestrel con la cual se observó la velocidad del viento en m/s. La herramienta se la ubicó en la mitad del galpón con la ayuda de un operario para la toma de datos, los cuales fueron tomados una vez cada siete días, viernes en la mañana, es decir el mismo

día que se tomó la variable de ambiente, cumpliendo con el POE de toma de velocidad del viento (Anexo 5).

i. Temperatura Corporal del cerdo

En cuanto a la toma de temperatura se refiere, se realizó con un termómetro infrarrojo con el cual se apuntó hacia el animal, en la región perianal del cerdo (Tae-ho Chung, Woo-sung Jung, Eui-hwa Nam, Ji-hyun Kim, Seol-hee Park and CheolYong Hwang*, 2010). Usando este método se evitó el estrés del cerdo, ya que no se lo manipuló de ninguna manera.

Fórmula de conversión:

$$\text{Temperatura corporal} = 33.87937 + 0.15676 \times \text{temperatura perianal}$$

(Tae-ho Chung, Woo-sung Jung, Eui-hwa Nam, Ji-hyun Kim, Seol-hee Park and CheolYong Hwang*, 2010)

Cumpliendo con el POE de Temperatura rectal cerdo (Anexo 3)

3.4.2 Análisis estadístico

Los datos que se obtuvieron a partir de los pesajes de los animales, toma de temperaturas, humedad y velocidad del viento fueron registrados en hojas de registro de campo, y transcritos en Excel para posteriormente se realizaron bases de datos para el programa SPSS, para determinar si los datos siguen una distribución paramétrica se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, se hizo estadística inferencial mediante la prueba ANOVA, para evaluar diferencias entre los tratamientos analizados y luego , se contrastaron los resultados con la prueba de Duncan.

Capítulo IV: Resultados y discusión

4.4 Resultados

4.4.1 Cambios en variables ambientales

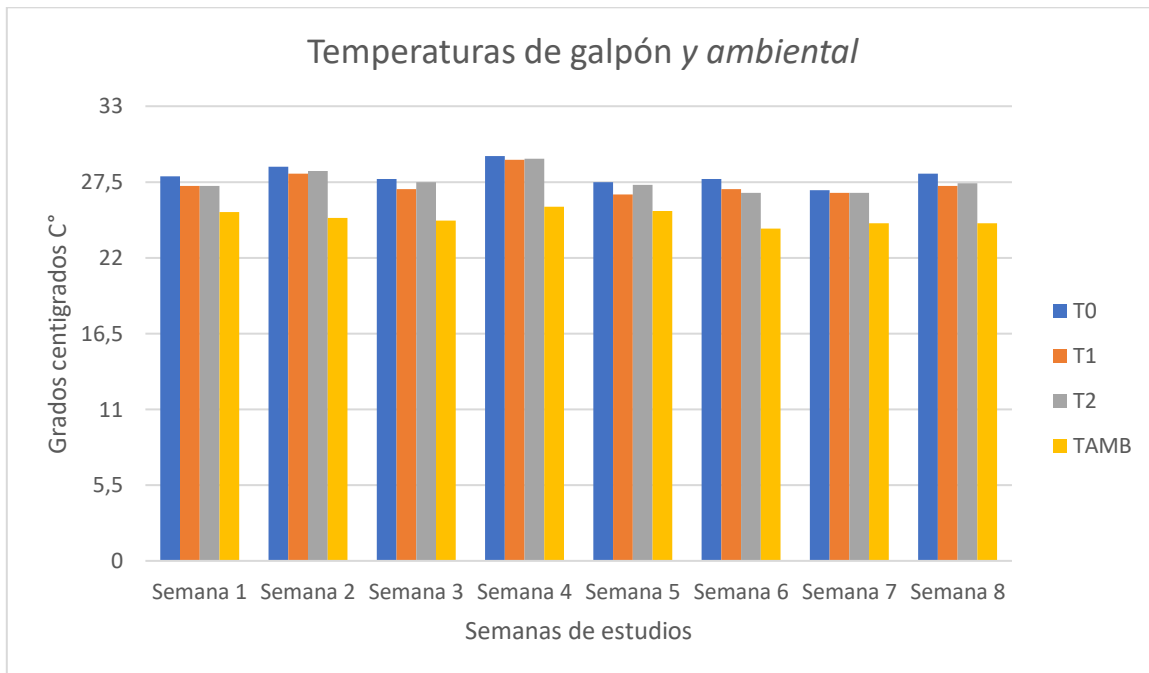


Figura 13. Temperaturas de galpón y ambiental

Nota: T0 (Testigo sin ventilador), T1 (Tratamiento con ventilador inclinado), T2 (Tratamiento ventilador recto), TAMB (Temperatura ambiental).

Se observa que las temperaturas de los grupos son mayores a la temperatura ambiental (TAMB), y al comparar el grupo testigo (T0) con los tratamientos, se visualiza que T1 Y T2 son relativamente bajas, en cada una de las diferentes semanas del estudio.

En la tabla 5 en el resultado de ANOVA se visualiza una diferencia significativa entre los 3 grupos y la temperatura ambiente resultado de ANOVA.

Tabla 5 *ANOVA Temperaturas*

		Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig.
Temperaturas	Entre grupos	46,530	15,510	,000
	Dentro de grupos	15,905	,568	
	Total	62,435		

En la Tabla 6 se observa que hay diferencia significativa entre la temperatura ambiente y los grupos.

Tabla 6 *Prueba Post hoc de Temperatura*

Duncan	Subconjunto para alfa = 0.05			
	Grupo	N	1	2
	TAMB		24,888	
	T1	8		27,362
	T2	8		27,513
	T0	8		27,987
	Sig.	8	1,000	,127

TAMB: Temperatura Ambiental, T0: Testigo Sin Ventilador, T1: Tratamiento Ventilador Inclinado, T2: Tratamiento Ventilador Recto

4.4.2 Efecto de las variables ambientales sobre la temperatura corporal de los cerdos

En la tabla 7 se observan los resultados de las medidas de dispersión de temperatura perianal (TPA) del grupo testigo sin ventilador (T0), Existen variaciones de las muestras tomadas a lo largo del estudio y se observa que la temperatura más alta correspondiente es la muestra número 5 (35,28 °C). Por otra parte, la varianza, desviación estándar y rango en la toma número 1 tiene una dispersión baja.

Tabla 7 *Resultados de medidas de dispersión de temperatura perianal del grupo testigo sin ventilación (T0) en 5 muestreos.*

	TPA 1	TPA 2	TPA 3	TPA 4	TPA 5
	(C°)	(C°)	(C°)	(C°)	(C°)
Media	31,530	32,370	30,380	30,990	34,370
95% de intervalo de confianza para la Media					
Límite inferior	31,129	30,410	28,815	29,219	33,325
Límite superior	31,931	34,330	31,945	32,761	35,415
Media recortada al 5%	31,539	32,400	30,306	31,100	33,325
Mediana	31,500	32,500	30,100	30,700	35,415
Varianza	,313	7,509	4,786	6,128	2,133
Desviación estándar	,5599	2,7403	2,1877	2,4754	1,4606
Mínimo	30,6	27,2	27,6	26,1	32,0
Máximo	32,3	37,0	34,5	33,9	36,6
Rango	1,7	9,8	6,9	7,8	4,6

TPA: Temperatura Perianal

En la tabla 8 se observan los resultados de las medidas de dispersión de temperatura perianal (TPA) del grupo tratamiento con ventilador inclinado (T1), en esta se observó en las diferentes muestras existe variaciones de las muestras y se observa que la temperatura más alta es la muestra número 5 (33,30 °C). Por otra parte, la varianza, desviación estándar y rango en la toma número 1 tiene una dispersión baja.

Tabla 8 *Resultados de medidas de dispersión de temperatura perianal del grupo tratamiento con ventilación inclinada (T1) en 5 muestreos.*

	TPA 1	TPA 2	TPA 3	TPA 4	TPA 5
	(C°)	(C°)	(C°)	(C°)	(C°)
Media	31,770	32,850	31,460	32,100	33,304
95% de intervalo de confianza para la					
Media					
Límite inferior	31,369	31,729	30,603	31,127	32,456
Límite superior	32,171	33,971	32,317	33,073	34,152
Media recortada al 5%	31,767	32,822	31,500	32,139	33,293
Mediana	31,600	32,300	31,750	32,550	33,100
Varianza	,313	2,456	1,436	1,849	1,404
Desviación estándar	,5599	1,5672	1,1983	1,3597	1,1850
Mínimo	31,0	30,8	29,2	29,8	31,7
Máximo	32,6	35,4	33,0	33,7	35,1
Rango	1,6	4,6	3,8	3,9	3,4

TPA: Temperatura Perianal

En la tabla 9 se observan los resultados de las medidas de dispersión de temperatura perianal (TPA) del grupo tratamiento con ventilador recto (T2), en esta se observó en las diferentes muestras existe variaciones de las muestras y se observa que la temperatura más alta es la muestra número 5 (34,37 °C). La varianza, desviación estándar y rango en la toma número 1 tiene una dispersión baja.

Tabla 9 *Resultados de medidas de dispersión de temperatura perianal del grupo tratamiento con ventilación recta (T2) en 5 muestreos.*

	TPA 1	TPA 2	TPA 3	TPA 4	TPA 5
	(C°)	(C°)	(C°)	(C°)	(C°)
Media	31,530	32,370	30,380	30,990	34,370
95% de intervalo de confianza para la Media					
Límite inferior	31,129	30,410	28,815	29,219	33,325
Límite superior	31,931	34,330	31,945	32,761	35,415
Media recortada al 5%	31,539	32,400	30,306	31,100	33,325
Mediana	31,500	32,500	30,100	30,700	35,415
Varianza	,313	7,509	4,786	6,128	2,133
Desviación estándar	,5599	2,7403	2,1877	2,4754	1,4606
Mínimo	30,6	27,2	27,6	26,1	32,0
Máximo	32,3	37,0	34,5	33,9	36,6
Rango	1,7	9,8	6,9	7,8	4,6

TPA: Temperatura Perianal

En la tabla 10 se observan los resultados de las medidas de dispersión, se observó en las diferentes muestras existe variaciones de las muestras y se observa que la temperatura más alta es la muestra número 5 (39,40 °C) en el testigo (T0), número 5 (39,10 °C) en el Tratamiento (T1) y (T2) la muestra número 5 (39,26 °C). La varianza, desviación estándar y rango en la toma número 1 tiene una dispersión baja.

Tabla 10 Resultados de medidas de dispersión de temperatura corporal del grupo en 5 muestreos.

		TCP 1(C°)	TCP 2(C°)	TCP 3(C°)	TCP 4(C°)	TCP 5(C°)
T0	\bar{x}	38,798	39,31894	39,12456	39,07910	39,40986
	μ	(38,74:38,85)	(39,11:39,51)	(38,96:39,28)	(38,90:39,25)	(39,27:39,54)
	s^2	,006	,079	,053	,062	,035
	s	,078712	,280810	,229701	,248305	,186918
T1	\bar{x}	38,859	39,02894	38,81104	38,91137	39,10011
	μ	(38,79:38,92)	(38,85:39,20)	(38,67:38,94)	(38,75:39,06)	(38,96:39,23)
	s^2	,008	,060	,035	,045	,035
	s	,087490	,245674	,187851	,213153	,185756
T2	\bar{x}	38,822	38,95369	38,64174	38,73736	39,26721
	μ	(38,76:38,88)	(38,64:39,26)	(38,39:38,88)	(38,45:39,01)	(39,10:39,43)
	s^2	,008	,185	,118	,151	,052
	s	,086641	,429562	,342951	,388046	,228969

TCP: Temperatura corporal

En la tabla 11, se realizó una prueba de ANOVA para determinar la diferencia significativa de la temperatura perianal de los grupos, donde se observa diferencia en la temperatura perianal 2, 3, 4, 5 entre los 3 grupos con un *p-valor* de ,046; ,001; ,048; ,007.

Tabla 11 *Resultado de la prueba de ANOVA entre grupos testigos y tratamiento de la variable temperatura perianal.*

		Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig.
TPA 1	Entre grupos	,811	,405	,268
	Dentro de grupos	7,923	,293	
	Total	8,734		
TPA 2	Entre grupos	30,273	15,136	,046
	Dentro de grupos	118,566	4,391	
	Total	148,839		
TPA 3	Entre grupos	48,843	24,421	,001
	Dentro de grupos	75,324	2,790	
	Total	124,167		
TPA 4	Entre grupos	23,765	11,882	,048
	Dentro de grupos	94,370	3,495	
	Total	118,135		
TPA 5	Entre grupos	19,370	9,782	,007
	Dentro de grupos	44,634	1,653	
	Total	64,198		

TPA: Temperatura anal

En la tabla 12, se realizó la prueba post hoc, Duncan, para determinar los subconjuntos en donde se encuentra la diferencia. Se visualiza dos subconjuntos, en la muestra 2 y 4 se observa diferencia significativa entre los grupos T2 Y T0; en la muestra 3 se observa que T2 y T1 tienen una diferencia con relación a T0. Por último, en la muestra 5 el grupo T1 tiene diferencias significativas con el grupo T0.

Tabla 12 *Resultado de la prueba de post hoc, Duncan entre grupos testigos y tratamiento de la temperatura perianal 2, 3, 4 y 5.*

Duncan	Grupo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
TPA 2	T2	10	32,370 a	
	T1	10	32,850	32,850 b
	T0	10		34,700 c
	Sig.		,613	,059
TPA 3	T2	10	30,380 d	
	T1	10	31,460 e	
	T0	10		33,460 f
	Sig.		,160	1,000
TPA 4	T2	10	30,990 g	
	T1	10	32,100	32,100 h
	T0	10		33,170 i
	Sig.		,195	,212
TPA 5	T1	10	33,304 j	
	T2	10	34,370	34,370 k
	T0	10		35,280 l
	Sig.		,075	,125

TAMB: Temperatura Ambiental, T0: Testigo Sin Ventilador, T1: Tratamiento Ventilador Inclinado, T2: Tratamiento Ventilador Recto

En la tabla 13, se realizó una prueba de ANOVA para determinar la diferencia significativa de la temperatura perianal de los grupos, donde se observa diferencia en la temperatura perianal 2, 3, 4, 5 entre los grupos con un *p-valor* de ,046; ,001; ,048; ,007.

Tabla 13 *Resultado de la prueba de ANOVA entre grupos testigos y tratamiento de la variable temperatura corporal.*

		Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig.
TCP 1	Entre grupos	,019	,009	,282
	Dentro de grupos	,192	,007	
	Total	,211		
TCP 2	Entre grupos	,744	,372	,046
	Dentro de grupos	2,914	,108	
	Total	3,658		
TCP 3	Entre grupos	1,200	,600	,001
	Dentro de grupos	1,851	,069	
	Total	3,051		
TCP 4	Entre grupos	,584	,292	,048
	Dentro de grupos	2,319	,086	
	Total	2,903		
TCP 5	Entre grupos	,481	,240	,007
	Dentro de grupos	1,097	,041	
	Total	1,578		

TCP: Temperatura corporal

En la tabla 14, se realizó la prueba post hoc, Duncan, para determinar los subconjuntos en donde se encuentra la diferencia. Se visualiza dos subconjuntos, en la muestra 2 y 4 se observa diferencia significativa entre los grupos T2 Y T0; en la muestra 3 se observa que T2 y T1 tienen una diferencia con relación a T0. Por último, en la muestra 5 el grupo T1 tiene diferencias significativas con el grupo T0.

Tabla 14 Resultado de la prueba de post hoc, Duncan entre grupos testigos y tratamiento de la temperatura corporal 2, 3, 4 y 5.

Duncan	Grupo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
TCP 2	T2	10	38,953 a	
	T1	10	39,028	39,028 b
	T0	10		39,318 c
	Sig.		,613	,059
TCP 3	T2	10	38,641 d	
	T1	10	38,811 e	
	T0	10		39,124 f
	Sig.		,160	1,000
TCP 4	T2	10	38,737 g	
	T1	10	38,911	38,911 h
	T0	10		39,079 i
	Sig.		,195	,212
TCP 5	T1	10	39,100 j	
	T2	10	39,267	39,267 k
	T0	10		39,409 l
	Sig.		,075	,125

TAMB: Temperatura Ambiental, T0: Testigo Sin Ventilador, T1: Tratamiento Ventilador Inclinado, T2: Tratamiento Ventilador Recto

En la tabla 15, se realizó una prueba de ANOVA para evaluar las diferencias entre los 5 muestreos para temperatura perianal, donde existen diferencias significativas entre los muestreos del grupo T0 (p-valor de ,000).

Tabla 15 Resultado de la prueba de ANOVA entre muestras de temperatura perianal del testigo T0.

		Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig.
TPA	Entre grupos	92,097	23,024	,000
	Dentro de grupos	85,862	1,908	
	Total	177,959		

TPA: Temperatura Perianal

En la tabla 16, se realizó la prueba post hoc, Duncan, para determinar los subconjuntos en donde se encuentra la diferencia. Se visualiza cuatro subconjuntos, el subconjunto 2 y 3 comparten el dato c, que pertenece a la muestra 3, el subconjunto 3 y 4 comparten el dato d, que pertenece a la muestra 4. La temperatura alta es en el muestreo 5, esto se debe al crecimiento de los cerdos a lo largo de la investigación. Ocupan un espacio mayor y la densidad dentro del galpón es más alta en comparación a las anteriores muestras, como se puede visualizar en los muestreos que no llevan un orden normal, la muestra 1 es la menor temperatura en el grupo T0.

Tabla 16 Resultado de la prueba de post hoc, Duncan entre muestras de temperatura perianal del grupo TSV.

Duncan	Subconjunto para alfa = 0.05					
	T0	N	1	2	3	4
TPA	1	10	31,170 a			
	4	10		33,170 b		
	3	10		33,460	33,460 c	
	2	10			34,700	34,700 d
	5	10				35,280 e
Sig.			1,000	,641	,051	,353

T0: Testigo Sin Ventilador, TPA: Temperatura Perianal

En la tabla 17, se realizó una prueba de ANOVA para determinar las diferencias entre los 5 muestreos del grupo TSV para temperatura corporal, donde se observa diferencia significativa con un *p-valor* de ,000.

Tabla 17 *Resultado de la prueba de ANOVA entre muestras de temperatura corporal del testigo sin ventilador (T0).*

		Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig.
TCP	Entre grupos	2,256	,564	,000
	Dentro de grupos	2,110	,047	
	Total	4,365		

TCP: Temperatura Corporal

En la tabla 18, se realizó la prueba post hoc, Duncan, para determinar los subconjuntos en donde se encuentra la diferencia. Se visualiza cuatro subconjuntos, el subconjunto 2 y 3 comparten el dato c, que pertenece a la muestra 3, el subconjunto 3 y 4 comparten el dato d, que pertenece a la muestra 4. La temperatura alta es en el muestreo 5, esto se debe al crecimiento de los cerdos a lo largo de la investigación porque existe una mayor densidad a comparación de las anteriores muestras.

Tabla 18 *Resultado de la prueba de post hoc, Duncan entre muestras de temperatura corporal del testigo sin ventilador (T0).*

Duncan	Subconjunto para alfa = 0.05					
	T0	N	1	2	3	4
TCP	1	10	38,7980 a			
	4	10		39,0791 b		
	3	10		39,1246	39,1246 c	
	2	10			39,3189	39,3189 d
	5	10				39,4099 e
	Sig.		1,000	,641	,051	,353

T0: Testigo Sin Ventilador, TCP: Temperatura Corporal

En la tabla 19, se realizó una prueba de ANOVA para determinar la diferencia significativa del grupo tratamiento con ventilador inclinado (T1) y las cinco muestras de temperatura perianal, donde se observa diferencia significativa con un *p-valor* de ,008.

Tabla 19 *Resultado de la prueba de ANOVA entre muestras de temperatura perianal del tratamiento con ventilador inclinado (T1).*

		Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig.
TPA	Entre grupos	23,370	5,842	,008
	Dentro de grupos	67,127	1,492	
	Total	90,497		

TPA: Temperatura Perianal

En la tabla 20, se realizó la prueba post hoc, Duncan, para determinar los subconjuntos en donde se encuentra la diferencia. Se observa tres subconjuntos, el subconjunto 1 y 2 comparten el dato b y c, que pertenece a la muestra 1 y 4, el subconjunto 2 y 3 comparten el dato d, que pertenece a la muestra 2. La temperatura

alta es en el muestreo 5, esto se debe al crecimiento de los cerdos a la alta densidad en ese momento del crecimiento.

Tabla 20 *Resultado de la prueba de post hoc, Duncan entre muestras de temperatura perianal del tratamiento con ventilador inclinado (T1).*

Duncan	Subconjunto para alfa = 0.05				
	T1	N	1	2	3
TPA	3	10	31,460 a		
	1	10	31,770	31,770 b	
	4	10	32,100	32,100 c	
	2	10		32,850	32,850 d
	5	10			33,304 e
Sig.			,276	,067	,410

TPA: Temperatura perianal, T1: Tratamiento Ventilador Inclinado

En la tabla 21, se realizó una prueba de ANOVA para determinar la diferencia significativa del grupo con ventilador inclinado (T1) y las cinco muestras de temperatura corporal, donde se observa diferencia significativa con un *p-valor* de ,008.

Tabla 21 *Resultado de la prueba de ANOVA entre muestras de temperatura corporal del tratamiento con ventilador inclinado (T1).*

		Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig.
TCP	Entre grupos	,575	,144	,008
	Dentro de grupos	1,636	,036	
	Total	2,211		

TCP: Temperatura Corporal

En la tabla 22, se realizó la prueba post hoc, Duncan, para determinar los subconjuntos en donde se encuentra la diferencia. Se observa tres subconjuntos, el subconjunto 1 y 2 comparten el dato b y c, que pertenece a la muestra 1 y 4, el subconjunto 2 y 3 comparten el dato d, que pertenece a la muestra 2. La temperatura alta es en el muestreo 5, lo cual concuerda con los resultados anteriores.

Tabla 22 Resultado de la prueba de post hoc, Duncan entre muestras de temperatura corporal del tratamiento con ventilador inclinado (T1).

Duncan	Subconjunto para alfa = 0.05				
	T1	N	1	2	3
TCP	3	10	38,81100 a		
	1	10	38,85964	38,85964 b	
	4	10	38,91000	38,91000 c	
	2	10		39,02900	39,02900 d
	5	10			39,10000 e
	Sig.		1,000	,641	,051

T1: Tratamiento Ventilador Inclinado, TCP: Temperatura Corporal

En la tabla 23, se realizó una prueba de ANOVA para determinar la diferencia significativa del tratamiento con ventilador recto (T2) y las cinco muestras de temperatura perianal, donde se observa diferencia significativa con un *p-valor* de ,001.

Tabla 23 *Resultado de la prueba de ANOVA entre muestras de temperatura perianal del tratamiento con ventilador recto (T2).*

		Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig.
TPA	Entre grupos	95,933	23,983	,001
	Dentro de grupos	187,828	4,174	
	Total	283,761		

TPA: Temperatura Perianal

En la tabla 24, se realizó la prueba post hoc, Duncan, para determinar los subconjuntos en donde se encuentra la diferencia. Se observa dos subconjuntos, donde en el subconjunto dos solo se encuentra el dato e. La temperatura alta es en el muestreo 5, y la toma 3 es la menos del estudio.

Tabla 24 *Resultado de la prueba de post hoc, Duncan entre muestras de temperatura perianal del tratamiento con ventilador recto (T2).*

Duncan	T2	N	Subconjunto para alfa =	
			1	2
TPA	3	10	30,380	a
	4	10	30,990	b
	1	10	31,530	c
	2	10	32,370	d
	5	10		34,370 e
	Sig.		,051	1,000

T2: Testigo Ventilador Recto, TPA: Temperatura perianal

En la tabla 25, se realizó una prueba de ANOVA para determinar la diferencia significativa del testigo con ventilador recto (T2) y las cinco muestras de temperatura corporal, donde se observa diferencia significativa con un *p*-valor de ,001.

Tabla 25 *Resultado de la prueba de ANOVA entre muestras de temperatura corporal del testigo con ventilador recto (T2).*

		Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig.
TCP	Entre grupos	2,357	,589	,001
	Dentro de grupos	4,616	,103	
	Total	6,973		

TCP: Temperatura Corporal

En la tabla 26, se realizó la prueba post hoc, Duncan, para determinar los subconjuntos en donde se encuentra la diferencia. Se observa dos subconjuntos, donde en el subconjunto dos solo se encuentra el dato e. La temperatura alta es en el muestreo 5, coincidiendo con los resultados que se reflejan en las tablas anteriores.

Tabla 26 *Resultado de la prueba de post hoc, Duncan entre muestras de temperatura corporal del tratamiento con ventilador recto (T2).*

Duncan	Subconjunto para alfa = 0.05		
	T2	N	
TCP	3	10	38,64174 a
	4	10	38,73736 b
	1	10	38,82201 c
	2	10	38,95369 d
	5	10	39,26721 e
	Sig.		,051
			1,000

T2: Tratamiento Ventilador Recto, TCP: Temperatura corporal

4.4.3 Efecto de los tratamientos aplicados sobre los parámetros zootécnicos

Se analizaron en el estudio para los 3 tratamientos; conversión alimenticia (CA), el peso corporal (PC) de los cerdos después de 51 días de evaluación, ganancia de peso diario (GDP), Consumo de alimento (CAL) y consumo de agua (CAG).

4.4.3.1 Conversión alimenticia

Se observa en la figura 14 la CA para los tres grupos, en las c muestras 1, 2, 3, 4 se refieren a diferentes tomas que tiene como intervalos de 10 días. El muestreo número 5 se refiere al peso tomado antes de la faena. Se observa los cambios de la conversión a lo largo de los 5 muestreos tomados, donde se aprecia que tanto que el grupo TSV (T0) y TVR (T2) tienen patrones similares, sin embargo, se observa diferencia de patrón con el grupo TVI (T1).

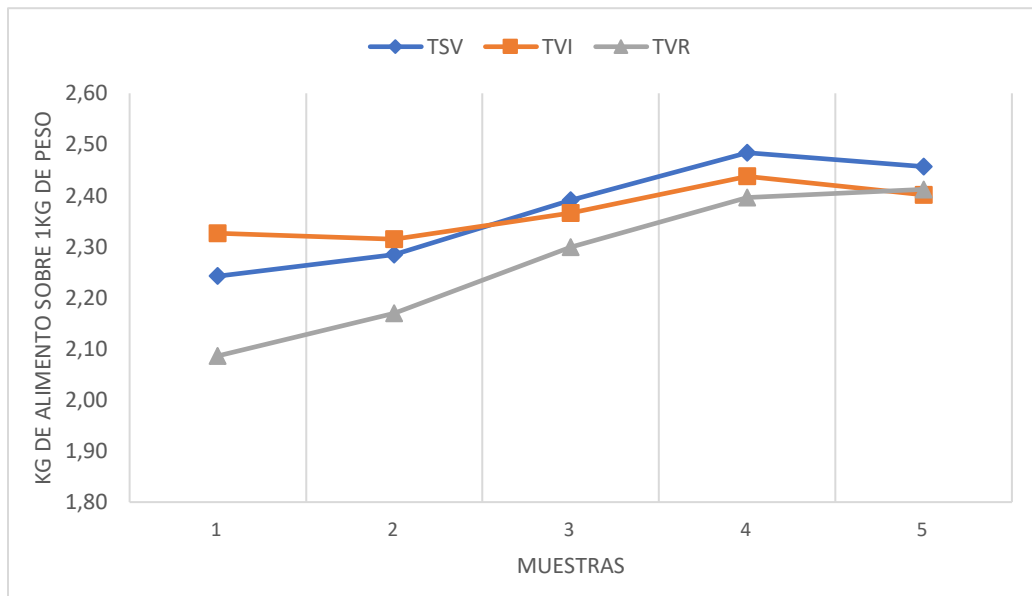


Figura 14 Conversión alimenticia de los grupos testigos en 5 muestras.

Nota: TSV (T0 = Testigo sin ventilador), TVI (T1 = Tratamiento con ventilador inclinado), TVR (T2 = Tratamiento ventilador recto).

En la tabla 27, se observa que no hay diferencias significativas en los resultados de la prueba de ANOVA entre los grupos.

Tabla 27 ANOVA conversión alimenticia de los grupos

		Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig.
CA	Entre grupos	,033	,017	,270
	Dentro de grupos	,137	,011	
	Total	,170		

4.4.3.2 Ganancia de peso diario

Se observa en la figura 15 la GDP diario de los grupos, en las cinco muestras 1, 2, 3, 4 se refieren a diferentes tomas que tiene como intervalos de 10 días. El número 5 se refiere al peso tomado antes de la faena. Se visualiza que el patrón del grupo TVI (T1) y TVR (T2) tienen un aumento en los 5 muestreos a comparación al grupo TSV (T0) donde su patrón varia.

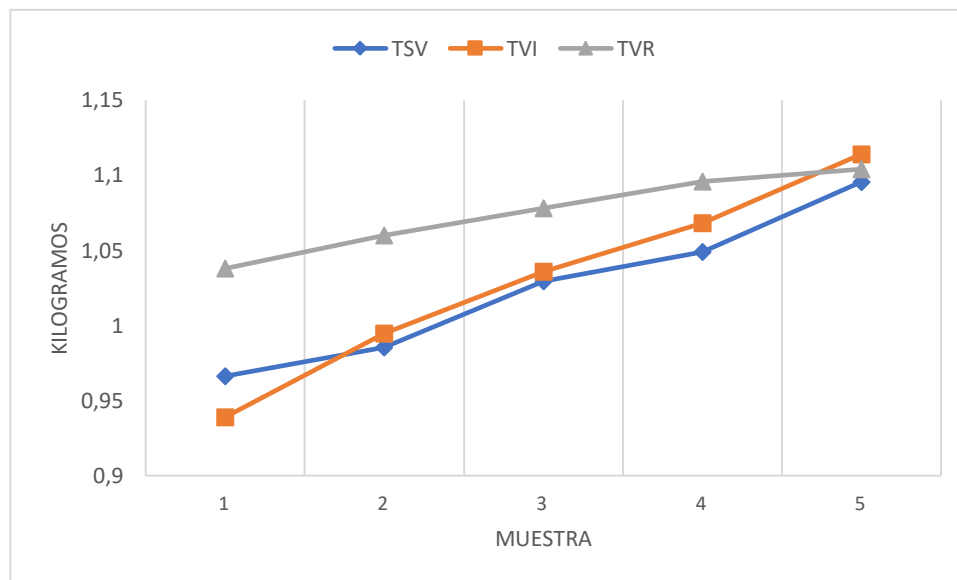


Figura 15 Ganancia de peso diario de los grupos testigos en 5 muestras.

Nota: TSV (T0 = Testigo sin ventilador), TVI (T1 = Tratamiento con ventilador inclinado), TVR (T2 = Tratamiento ventilador recto).

En la tabla 28, se observa que no hay diferencia significativa entre los grupos.

Tabla 28 ANOVA ganancia de peso de los grupos.

		Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig.
GDP	Entre grupos	,007	,004	,278
	Dentro de grupos	,031	,003	
	Total	,038		

4.4.3.3 Consumo de alimento

Se observa en la figura 16 el CAL para los tres grupos. Se visualiza una curva en los tres grupos, que representan como consumo de los cerdos hasta enviarlos a camal.

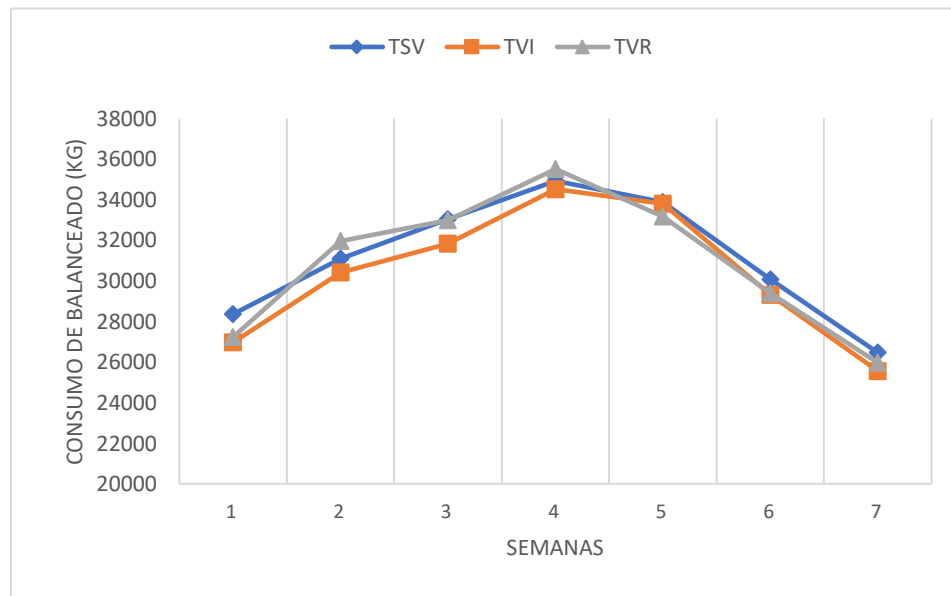


Figura 16 Consumo de balanceado de los grupos testigos en 5 muestras.

Nota: TSV (T0 = Testigo sin ventilador), TVI (T1 = Tratamiento con ventilador inclinado), TVR (T2 = Tratamiento ventilador recto)

En la tabla 29, se observa que no hay diferencia significativa entre los grupos.

Tabla 29 ANOVA Consumo de alimento

		Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig.
CAL	Entre grupos	2233478,57	1116739,286	,903
	Dentro de grupos	195133050,0	10840725,00	
	Total	197366528,6		

4.4.3.4 Consumo de agua

Se observa en la figura 17 el consumo de agua (CAG) de los tres grupos. Se visualiza el consumo de agua que han tenido los cerdos a lo largo de la investigación, en la figura se puede observar algunos picos de consumo que representan desperdicio de agua por daño de chupones o daño de bomba de agua.

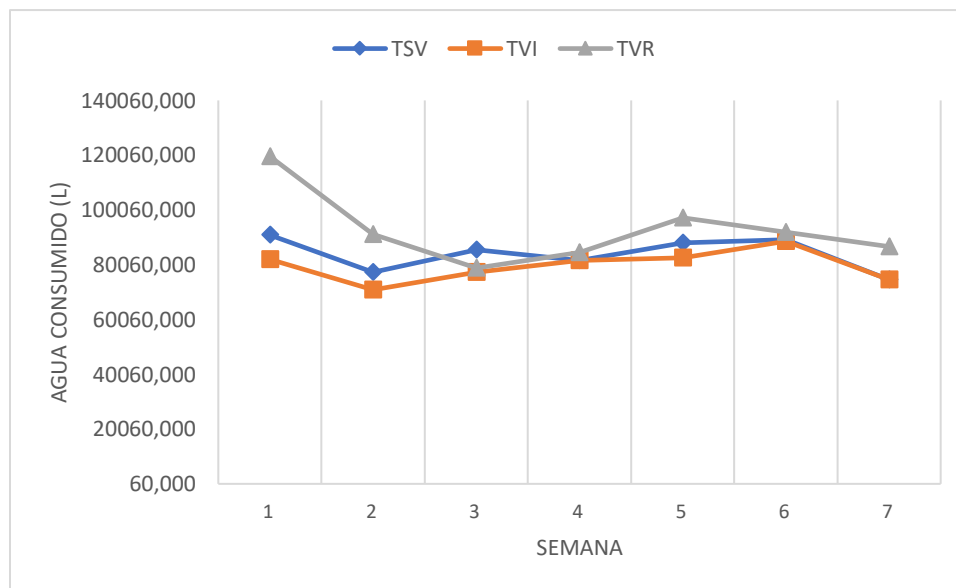


Figura 17 Consumo de agua de los grupos testigos en 5 muestras

Nota: TSV (T0 = Testigo sin ventilador), TVI (T1 = Tratamiento con ventilador inclinado), TVR (T2 = Tratamiento ventilador recto).

4.4.3.5 Peso corporal

En la tabla 30 muestra los resultados de las medidas de dispersión de los pesos de los 3 grupos, en los resultados se evidencia que hay un incremento en la media de cada una de las muestras, lo que indica que hubo crecimiento de masa muscular y grasa en los cerdos muestreados, por otra parte, la varianza, desviación estándar y rango en el peso 2, 3, 4 en el grupo T0 y T1 tienen una dispersión mayor con relación a la media, a comparación de T2 que son las muestras 2,3,5.

Tabla 30 *Resultados de medidas de dispersión de peso de los 3 grupo en 5 muestreos.*

		Peso 1 (kg)	Peso 2 (kg)	Peso 3 (kg)	Peso 4 (kg)	Peso 5 (kg)
T0	\bar{x}	80,070	90,890	103,890	115,760	139,260
	μ	(79,13:81,00)	(86,19:95,58)	(99,72:108,05)	(112,14:119,3)	(137,77:140,74)
	s^2	1,711	43,072	33,854	25,569	4,305
	s	1,3081	6,5629	5,8184	5,0566	2,0748
T2	\bar{x}	82,230	93,890	105,730	117,880	142,820
	μ	(81,59:82,86)	(91,21:96,56)	(100,52:110,93)	(117,28:118,47)	(140,80:144,83)
	s^2	,787	13,939	52,958	,688	7,935
	s	,8870	3,7335	7,2772	,8297	2,8169
T1	\bar{x}	76,860	89,580	102,430	115,350	141,320
	μ	(74,05:79,66)	(85,39:93,76)	(98,50:106,35)	(111,94:118,75)	(139,87:142,76)
	s^2	15,418	34,157	30,078	22,601	4,084
	s	3,266	5,8444	5,4843	4,7540	2,0209

Los pesos 1, 2, 3, 4 se refieren a diferentes tomas que tiene como intervalos de 10 días. El peso 5 se refiere al peso tomado antes de la faena.

En la tabla 31, se realizó una prueba de ANOVA para determinar la diferencia significativa del peso de los grupos. Se observa diferencia en el peso 1 entre los 3 grupos con un *p-valor* de ,000 y de igual manera se visualiza diferencia en el peso 5 entre los grupos con un *p-valor* de ,008.

Tabla 31 *Resultado de la prueba de ANOVA entre grupos testigos y tratamiento de la variable peso.*

		Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig.
Peso 1	Entre grupos	146,022	73,011	,000
	Dentro de	161,246	5,972	
	grupos	307,268		
	Total			
Peso 2	Entre grupos	97,641	48,820	,219
	Dentro de	820,514	30,389	
	grupos	918,155		
	Total			
Peso 3	Entre grupos	54,691	27,345	,505
	Dentro de	1052,011	38,963	
	grupos	1106,702		
	Total			
Peso 4	Entre grupos	36,878	18,439	,337
	Dentro de	439,725	16,286	
	grupos	476,603		
	Total			
Peso 5	Entre grupos	63,891	31,945	,008
	Dentro de	114,716	4,249	
	grupos	178,607		
	Total			

Los pesos 1, 2, 3, 4 se refieren a diferentes tomas que tiene como intervalos de 10 días.

El peso 5 se refiere al peso tomado antes de la faena.

En la tabla 32, se realizó la prueba post hoc, Duncan, para determinar los subconjuntos en donde se encuentra la diferencia. Se visualiza en el peso 1 los testigo y tratamiento T0 y T2 tienen diferencia significativa con el grupo T1. Por otra parte, en el pesaje 5, forman 2 grupos - los resultados son: para el grupo 1 T0 con pesos 139,260kg; 141,320kg (T1) y el grupo 2 con peso 141,320 kg (T1); 142,82 kg (T2). Por lo tanto, existe una diferencia entre el grupo T2 con T0 y no existen diferencias entre los tratamientos que usan los ventiladores.

Tabla 32 *Resultado de la prueba de post hoc, Duncan entre grupos testigos y tratamiento del peso 1 y 5.*

Duncan	Grupo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Peso 1	T1	10	76,860 a	
	T0	10		80,070 b
	T2	10		82,230 c
	Sig.		1,000	,058
Peso 5	T0	10	139,260 d	
	T1	10	141,320	141,320 e
	T2	10		142,820 f
	Sig.		,059	,162

T0: Testigo Sin Ventilador; T1: Tratamiento Ventilador Inclinado; T2: Tratamiento Ventilador Recto

Los pesos 1, 2, 3, 4 se refieren a diferentes tomas que tiene como intervalos de 10 días. El peso 5 se refiere al peso tomado antes de la faena.

4.4 Discusión

En los resultados obtenidos en el presente estudio, existen diferencias en temperatura corporal, perianal, peso corporal, temperatura de galpón entre los tres grupos antes de la faena, que está dada porque los animales entran en estrés calórico, hay un aumento de densidad, por lo tanto esto incrementa la sensación térmica de los cerdos debido al aumento de temperatura dentro del galpón, lo que coincide con el estudio de Collin y Milgen (2001) donde establece que los cerdos en crecimiento al ser expuestos a una temperatura ambiental alta (33°C) tienen menor ganancia de peso e ingesta de alimento a comparación de la temperatura de (23°C). Por otro lado, Verstegen, Brascamp y van der Hel (1978) destacan que los efectos de temperatura en el crecimiento y conversión de alimento son eficientes en cerdos de crecimiento y engorde. Donde concluyeron que el consumo diario de alimento disminuyó de forma relativamente uniforme, 21 g por 1 °C en el aumento de temperatura entre 5 y 20 °C. Esto representaba un 0-8% de disminución en el consumo diario de alimento por cada cambio de 1 °C en temperatura general. El consumo diario de alimento del rango entre 20 y 25 °C, disminuyó de 7 a 2 g por 1 °C, equivalente a un cambio de 0-3% por cambio de 1 °C en temperatura. En el presente trabajo de investigación la valoración exacta de la disminución de los grados de temperatura no es valorada porque en el establecimiento donde se realizó el estudio los galpones no son tipo túnel, por el contrario, son totalmente abiertos, porque está ubicado en el cantón Patricia Pilar, Provincia de los Ríos y su temperatura no baja menos de 23°C.

En este estudio se obtuvo diferencia estadística en las temperaturas corporales de los animales por efecto de los ventiladores de los grupos experimentales (T1 Y T2), mientras que en el grupo testigo obtuvo siempre temperaturas corporales mayores a los tratamientos. Además, la densidad de animales en el galpón dificulta el paso de aire a todos los animales sobre todo en las últimas semanas. Este resultado

concuerta con el estudio de L. E. Mount y D. L Ingram (1965), afirmando que al aumentar la velocidad de aire hace que incremente la sensibilidad de perdida de calor inmediatamente. En dicho estudio se evaluó a tres pares de cerdos de 1-2 semanas de vida, 10-12 semanas de vida y 20-23 semanas de vida expuestos a diferentes velocidades de viento de 8, 35, 60, y 100 cm/sec y observando cambios en temperaturas a nivel corporal, de piel y oreja; se determinó que en los cerdos de 20-30 semanas de vida a una temperatura ambiental promedio de 25°C con exposición constante de movimiento de aire la temperatura corporal varió entre 38.3° C y 38.5°C, y después de 40 min sin movimiento de aire la temperatura volvió a incrementar.

Al observar el resultado de la temperatura por grupo, se observa que en las tomas 2, 3 y 4 en el grupo T2 (ventilador recto) se obtuvieron las temperaturas más bajas en comparación con los grupos T1 (Ventilador Inclinado) y T0 (sin ventilador), pero en el muestreo de temperatura 5 se visualiza que la temperatura más baja se encuentra en el grupo con ventilador inclinado (T1), a comparación de los grupos tratamiento con ventilador recto (T2) y testigo sin ventilador (T1), indicando que los cerdos se encuentran a gusto hasta los 151 días con el movimiento de aire no directo hacia ellos, tomando en cuenta que el estudio fue realizado en galpones abiertos y no tipo túnel, donde se acondiciona el galpón mas no aclimatado como los galpones de túnel. Comparando con el estudio de J. M Bruce y J. J. Clark (1979), el cual determina que los diferentes modelos de producción de calor en animales en crecimiento se valida de acuerdo las diferentes variables como es la temperatura de aire, velocidad de aire, tipo de piso, peso vivo y tamaño de grupo; en parte de su investigación determinaron que en todos los casos donde se usó una velocidad de aire 0,15 m/s. para los cerdos que se encontraban en piso de hormigón el modelo de piso proporcionó un valor de resistencia térmica efectiva para un cerdo de 45kg de 0,07°C y 0,09°C m²/W donde se consideró una diferencia del 3% sobre el total de la pérdida de calor, por lo que facilita este proceso reduciendo el estrés. En el

presente estudio los cerdos se encuentran en galpones con piso de hormigón los cuales son lavados una vez cada 7 días, que en conjunto al uso de ventiladores ayuda a la reducción de estrés.

4.5 Limitantes

La principal limitante del estudio fue la diferencia entre los pesos iniciales al principio de la investigación, Se realizo la prueba de Shapiro-Wilk como prueba de normalidad y se observó que no se encontraban dentro de una normalidad el T1 a comparación de T0 y T2 en el peso inicial de los animales con los que los animales ingresan a granja, esto pudo alterar los resultados del estudio. En cuanto el método de pesaje, se debería ver alternativas para que sea posible el pesaje en los 20 días antes de la faena, donde no se agiten a los cerdos por el esfuerzo físico (caminata) que realizar para llegar a la báscula.

En cuanto a la toma de la variable consumo de agua, la limitante fue la pérdida de agua por daños de bebederos o fugas en la tubería de bebida, las cuales fueron resueltas, pero no de manera inmediata. Los cerdos nunca estuvieron sin suministro de agua durante el estudio. No se pudo diferenciar la cantidad de agua consumida por hembras y machos, ya que la tubería de bebida en el galpón de los corrales está tienen una sola salida, por lo que no son separadas las tomas de corral de hembras de los machos.

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

5.4 Conclusiones

La implementación de ventiladores en naves de engorde de cerdos sí tiene efecto sobre las variables ambientales, la temperatura corporal y los parámetros zootécnicos. La capacidad de conversión alimenticia de los cerdos es similar para los tres tratamientos, consumo alimento (CAL), y el peso de los animales es mayor en el grupo T2 (ventilador recto), por lo cual hay una interacción donde la disminución de la temperatura crítica (estrés calórico) mejora las condiciones de bienestar del animal y esto se traduce en mejora productiva.

La velocidad del viento y sus factores (temperatura de aire, velocidad de aire, tipo de piso, peso vivo y tamaño de grupo), ayudan a obtener mejores resultados en los parámetros zootécnicos y temperatura corporal. Se observó que el tratamiento con ventilador recto (T2) tuvo resultados favorecedores en comparación del inclinado (T1), pero a partir de los 151 días de vida, el tratamiento con ventilador inclinado(T1), tuvo una mejora con respecto al tratamiento (T2), con los resultados obtenidos se determinó que los tratamientos (T1) y (T2) demostraron ser eficientes a comparación del testigo(T0).

Al final es estudio, la hipótesis nula es rechazada, tomando como evidencia los resultados de la investigación, por lo que es aceptada la hipótesis alterna, afirmando que el uso y grado de inclinación de los ventiladores tiene efecto sobre las variables ambientales del galpón y parámetros zootécnicos de los porcinos engorde.

5.5 Recomendaciones

Se recomienda realizar mediciones de temperatura al menos tres veces al día para conocer las variaciones en naves abiertas sin climatización. Este parámetro permite relacionar dichas variaciones con el comportamiento productivo; consumo de alimento y ganancia diaria de peso.

Efectuar un estudio de comparación de los últimos 20 días de engorde con las diferentes inclinaciones y sistemas que permitan mejorar su movilidad, para observar las diferencias que existen antes de la faena con respecto a la ganancia de peso en los animales y estrés calórico, tratando de evitar estrés, tomando en cuenta que está fase los cerdos se encuentran de gran tamaño y puedan tener problemas por movilidad.

REFERENCIAS

- Andersson, B., & H, J. (2006). Regulação da Temperatura e Fisiologia Ambiental. En *Fisiologia dos Animais Domésticos*. 12 edic. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan S.A.
- Bauman DE, C. W. (1980). Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of. *J. Dairy Sci.* 63, 1514–29.
- Baumgard LH, R. R. (2012). Impact of climate change on livestock production. En S. N. V Sejian, *Environmental Stress and Amelioration in Livestock Production* (págs. 413–468). New York: Springer.
- Baumgard, L. H. (2013). Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. *Annu. Rev.*, 311–337.
- Baumgard, L., & Rhoads, R. (2012). Effects of Heat Stress on Postabsorptive Metabolism Postabsorptive Metabolism. *The Annual Review of Animal Biosciences*, 7.1–7.27.
- Bayne, B. (2017). Biology of Oysters. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, chapter 6.
- Centurión, R., Caldara, F., Moi, M., & Almeida Paz, I. (2014). AMBIENTE TÉRMICO Y BIENESTAR DE LOS CERDOS EN EL PERIODO DE DESCANSO PREVIO AL SACRIFICIO. *Archivos de zootecnia vol. 63*, 242-248.
- Clark, J. B. (1979). Models of heat production and critical temperature for growing pigs. *Animal production vol28*, 353-369.
- Collier, R. J. (2015). Thermal biology of domestic animals. *Annu. Rev. Anim. Biosci.* 3, 513–532.
- Collin A, v. M. (2001). Effect of high temperature and feeding level on energy utilization in piglets. *J Anim Sci* 79, 1849–1857.

- Cura, A. d. (2014). MINIMIZANO EL ESTRES POR CALOR. *Cría y Salud* n26, 54-57.
- Edith J. Mayorga, David Renaudeau, Brett C. Ramirez, Jason W. Ross, Lance H. Baumgard. (2019). Heat stress adaptations in pigs. *Animal Frontiers*, vol 9, 54-61.
- Eline Justino, I. D. (2014). THE IMPACT OF EVAPORATIVE COOLING ON THE THERMOREGULATION AND SENSIBLE HEAT LOSS OF SOWS DURING FARROWING. *Eng. Agríc., Jaboticaba*, 1050-1061.
- Gerald R. Bodman, D. D. (1989). *Non-mechanical Ventilation of MOF Swine Buildings*.
- Gourdine, J. J. (2006). Effects of season and breed on the feeding behavior of multiparous lactating sows in a tropical humid climate. *J. Anim. Sci.* 84, 469-480.
- H. M. White, B. T. (2008). Effects of temperature stress on growth performance and bacon quality in grow-finish pigs housed at two densities. *Journal of animal science*, volume 86, 1789-1797.
- Hazel, J. R. (1995). Thermal adaptation in biological membranes: is homeoviscous adaptation the explanation? *Annu. Rev. Physiol.* 57, 19-42.
- Holmes, B. &. (1990). Mechanical Ventilating Systems for live housing.
- Huynh T, A. A. (2005). REACTIONS OF PIGS TO A HOT ENVIRONMENT. *Pig Progress* , 21:30-31.
- Huynh, T. T., Aarnink, A. J., & Verstegen, W. A. (2005). REACTIONS OF PIGS TO A HOT ENVIRONMENT. *ASAE Publication Number 701P0205*.
- Ingram, L. E. (1965). the effects of ambient temperature and air movent on localized sensible heat loss from pig. *A.R.C Intitute of Animal Physiology, Babraham, Cambrifge*, 84.

- Jacobson, L. D. (2013). *Summerizing Hog Barns*. Obtenido de <https://www.nationalhogfarmer.com/facilities/summerizing-hog-barns>
- James Atkinson, Y. C.-S. (2009). Natural Ventilation for Infection Control in Health-Care Settings. *World Health Organization* .
- Jones, D. a. (1996). Obtenido de ENVIRONMENTAL CONTROL FOR CONFINEMENT LIVESTOCK HOUSING: www.extension.purdue.edu/extmedia/AE/AE-96.html.
- Jones, D. D. (2015). Natural Ventilation for Livestock Housing.
- Joon H. Lee, H. L. (2015). Effect of Floor Space Allowance on Pig Productivity across Stages of Growth: A Field-scale Analysis. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2016, 739-746.
- Labussière, E., Saornil, D., & Revuelta, M. (2017). ESTRÉS POR CALOR: EL ENEMIGO OCULTO DE LOS RENDIMIENTOS Y UNA REALIDAD ACTUAL. *Lallemand Animal Nutrition*.
- Lebret, B. (2008). Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. *Animal*, Vol.2, 1548-1558.
- Lendelova, L. B. (2014). The effect of evaporative cooling on climatic parameters in a stable for sows. *Res. Agr. Eng*, s85-s91.
- Luiz Euquério de Carvalho, S. M. (2004). Utilização da Nebulização e Ventilação Forçada sobre o Desempenho e a Temperatura da Pele de Suínos na Fase de Terminaçã. *R.Bras. Zootec*, 1486-1491.
- Medeiros, C. (2001). Ajustes de modelos e determinação de índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. *Viçosa, MG*, 115.
- Mersmann , H. J. (1987). Nutritional and endocrinological influences on the composition of animal growth. *Prog. Food Nut tr. Sci*. 11, 175–201.

- Miryam Vélez Marín, L. F. (2010). ¿CÓMO AFECTA EL ESTRÉS CALÓRICO LA REPRODUCCIÓN? *Biosalud*, 83-95.
- Mueling, J. &. (1990). Heating Cooling and tempering air for livestock housing. *Ames, Ipwa*.
- P. Daskalov, K. A. (2005). Development of an advanced microclimate controller for naturally ventilated pig building. *Elsivier*, 377-391.
- Pearce, S. (2011). The effects of heat stress and nutritional status on metabolism and intestinal integrity in growing pigs. *Graduate Theses and Dissertations*, 12065.
- Pronaca. (2018). *Manejo operativo de la Granja El Mosaico*. Santo Domingo.
- Renaudeau, D., & Gourdine, J. L.-P. (2011). A metaanalysis of the effects of high ambient temperature on growth performance of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, :2220-2230.
- Rodrigues, N. E., Zangeronimo, M. G., & Fialho, E. T. (2010). ADAPTAÇÕES FISIOLÓGICAS DE SUÍNOS SOB ESTRESSE TÉRMICO. *Nutritime, Artigo 110*, 1197-1211.
- Souza, L. (2015). How to reduce heat stress in your pigs. *FarmJournal*.
- T. M. Brown-Brandl, J. A. (2004). A LITERATURE REVIEW OF SWINE HEAT PRODUCTION. *American Society of Agricultural Engineers ISSN 0001-2351*, 259-270.
- Tae-ho Chung, Woo-sung Jung, Eui-hwa Nam, Ji-hyun Kim, Seol-hee Park and Cheol-Yong Hwang*. (2010). Comparison of Rectal and Infrared Thermometry for Obtaining Body Temperature
- Vertegen, M. W. (1978). Growing and fattening of pigs in relation to temperature of housing and feeding . *Canadian Journal of Animal Science 58*, 1-13.

ANEXOS

Anexo 1: POE de desembarque de cerdos

Objetivo	Asegurar un adecuado manejo de los cerdos en su desembarque y distribución.
Procedimiento	<p>Metodología:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se moviliza a los cerdos para que salgan del interior del camión, teniendo en cuidado para evitar golpes o caídas. 2. Los cerdos son recibidos en la plataforma de embarcadero, donde son contabilizados. 3. Se clasifica para los cerdos por sexo, machos lado derecho (32 cerdos) y hembras lado izquierdo (34 cerdos). 4. El ingreso de los cerdos en el galpón es de acuerdo con la llegada del lote. <p>Registro:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Datos por galpón
Materiales	Plataforma de embarcadero
Responsable	Personal de Granja

(Pronaca, 2018)

Anexo 2: POE de Pesaje de cerdos

Objetivo	Evaluar la ganancia de peso de los cerdos.
Procedimiento	<p>Consideraciones:</p> <p>Se debe tomar en cuenta los criterios de inclusión y exclusión (Tabla 3)</p> <p>Metodología:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A partir de los 121 días de edad se procede al monitoreo de pesos, cada 10 días. 2. Se coloca la báscula al final del pasillo, y va pasando un cerdo a la vez para el pesaje. 3. Por galpón se procede a tomar 10 machos. 4. Se registra en un cuaderno, para después pasar al registro. <p>Registro:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pesaje
Materiales	Bascula digital JADEVER JWI-3000
Responsable	Tamara Silva, Personal de Granja

(Pronaca, 2018)

Anexo 3: POE de Temperatura rectal cerdo

Objetivo	Determinar la Temperatura de los cerdos.
Procedimiento	<p>Consideraciones:</p> <p>Se debe tomar en cuenta los criterios de inclusión y exclusión (Tabla 3)</p> <p>Metodología:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Al momento que se lo coloca en bascula al animal, se procede a tomar la temperatura del cerdo.

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Se coloca una distancia de 1,5m entre termómetro y la superficie del cerdo. 3. Se procede a enfocar en el punto de la región perianal. 4. Se registra en un cuaderno, para después pasar al registro y aplicar su fórmula. <p>Registro:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Temperatura del cerdo
Material	Termómetro Infrarrojo
Responsable	Tamara Silva

(Tae-ho Chung, Woo-sung Jung, Eui-hwa Nam, Ji-hyun Kim, Seol-hee Park and Cheol-Yong Hwang*, 2010)

Anexo 4: POE de toma de temperaturas y humedad

Objetivo	Determinar la Temperatura ambiental de galpones y externas
Procedimiento	<p>Metodología:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El termohigrómetro estará ubicado en el centro de dos corrales a una altura promedio de un metro, en la mitad del galpón. 2. 24h antes de la toma de los datos se reinicia. 3. Se registra en un cuaderno, para después pasar al registro y aplicar su fórmula. <p>Registro:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Temperatura y humedad
Material	Termohigrómetro TermoPro
Responsable	Tamara Silva, Personal de Granja

Anexo 5: POE de toma de velocidad del viento

Objetivo	Determinar la Velocidad de viento en el galpón.
----------	---

Procedimiento	<p>Consideraciones:</p> <p>Metodología:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Primero calibrar el compass del kestrel. 2. Se selecciona el sistema de medición que se va a ocupar. 3. Se procede a colocar el kestrel de forma vertical en la dirección necesaria con el impeller descubierto, se mantiene min 10s. 4. Se registra en un cuaderno, para después pasar al registro y aplicar su fórmula. <p>Registro:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Velocidad del viento
Materiales	Kestrel
Responsable	Tamara Silva

Anexo 6: POE de inclinación de ventiladores

Objetivo	Determinar la Inclinación de los ventiladores
Procedimiento	<p>Metodología:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Con un graduador se medirá la inclinación deseada de los ventiladores, colocando una regla de forma horizontal y en la parte inferior un graduador. 5. Se utilizarán dos cadenas a los extremos superiores de los ventiladores para mantenerlos suspendidos, en la mitad de los corrales del lado derecho del galpón. 6. Se colocará una soga en la parte de inferior de ventilador dándole el ángulo requerido, anclándole en la parte superior del galpón.
Materiales	Ventilador industrial, soga, cadenas, graduador, regla horizontal

Responsable	Tamara Silva, Personal de granja
-------------	----------------------------------

