



**UNIVERSIDAD UTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CONTROL DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL A TRAVÉS DE  
LA ASPERSIÓN DE AGUA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y  
BIENESTAR ANIMAL EN CERDOS DURANTE LA FASE DE  
ENGORDE.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**LUIS ALFREDO SILVA RIOFRIO**

**DIRECTOR: DR. FRANCISCO ANGULO**

Santo Domingo – Ecuador

Octubre, 2021.

© Universidad UTE. 2021

Reservados todos los derechos de reproducción

# FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO TRABAJO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1723802300
APELLIDO Y NOMBRES:	Silva Riofrio Luis Alfredo
DIRECCIÓN:	Vía Chone URB El Prado
EMAIL:	Luis.vet22@gmail.com
TELÉFONO FIJO:	-----
TELÉFONO MOVIL:	0985315165

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Control de la temperatura ambiental a través de la aspersión de agua sobre la productividad y bienestar animal en cerdos durante la fase de engorde
AUTOR O AUTORES:	Silva Riofrio Luis Alfredo
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Octubre del 2021
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Dr. Francisco Angulo
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero agropecuario
RESUMEN:	Con el objetivo de determinar el efecto del uso de aspersión de agua controlado por temperatura ambiental, sobre la productividad y bienestar animal en cerdos en fase de engorde, se desarrolló una investigación en una granja porcina comercial ubicada en la provincia de Los Ríos, Ecuador. Se utilizaron 30 animales por tratamiento, el cual consistió en el uso de aspersión regulado por temperatura ambiental y en el grupo control (sin aspersión), divididos equitativamente por sexo. Evaluándose variables productivas y de bienestar animal (BA). Dentro de las variables productivas se encuentran peso final, ganancia de peso, ganancia diaria de peso, peso de la canal, rendimiento a la canal, y de BA, posición (Levantados, sentados y acostados), agresividad e

	<p>interacción entre individuos. Los datos fueron analizados a través de análisis de varianza-covarianza. El tratamiento mostro un efecto significativo (<math>P &lt; 0,05</math>) en la interacción peso de la canal y sexo, en las variables de posición, alimentación, interacción social y temperatura corporal dorsal se observaron igualmente diferencias significativas entre los grupos estudiados. Las variables ganancia diaria de peso, rendimiento de la canal, peso final, bebiendo agua, levantados, agresividad, no mostraron un efecto del tratamiento con aspersión (<math>P &gt; 0,05</math>). El uso de aspersión es una estrategia favorable para mejorar aspectos productivos y de bienestar animal en cerdos de engorde.</p>
<p><b>PALABRAS CLAVES:</b></p>	<p>Cerdos, Engorde, Aspersión de agua, Productividad, Bienestar animal.</p>
<p><b>ABSTRACT:</b></p>	<p>In order to determine the effect of the use of water spray controlled by environmental temperature, on productivity and animal welfare in pigs in the fattening phase, an investigation was carried out in a commercial pig farm located in the province of Los Ríos, Ecuador. 30 animals were used per treatment, which consisted of the use of spraying regulated by ambient temperature and the control group (without spraying), equally divided by sex. Evaluating productive and animal welfare (AW) variables. Among the productive variables are final weight, weight gain, daily weight gain, weight and performance to the carcass, and AW, position (raised, sitting and lying down), aggressiveness and interaction between individuals. The data were analyzed through analysis of variance-covariance. The treatment showed a significant effect (<math>P &lt; 0.05</math>) in the carcass weight and sex interaction, in the variables of position,</p>

	feeding, social interaction and dorsal body temperature, significant differences were also observed between the study groups. The variables daily weight gain performance to the final weight carcass, drinking water, lifting, aggressiveness did not show an effect of the spray treatment ( $P>0.05$ ). The use of spraying is a favorable strategy to improve productive aspects and animal welfare in fattening pigs.
<b>KEYWORDS</b>	Pigs, Fattening, Water spray, Productivity, Animal welfare.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f.   
Silva Rioño Luis Alfredo  
1723802300

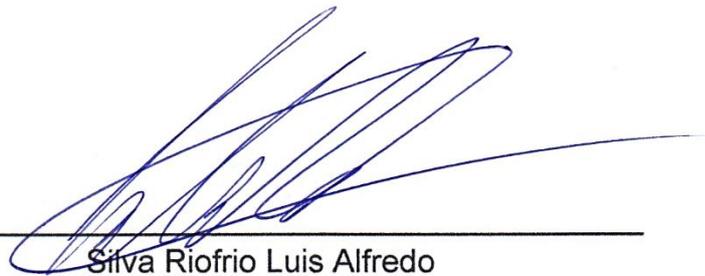
## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **SILVA RIOFRIO LUIS ALFREDO**, CI 1723802300 autor del proyecto de titulación: **“Control de la temperatura ambiental a través de la aspersión de agua sobre la productividad y bienestar animal en cerdos durante la fase de engorde”** previo a la obtención del título de **INGENIERO AGROPECUARIO** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación de grado para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de titulación de grado con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, Octubre 2021.

f:

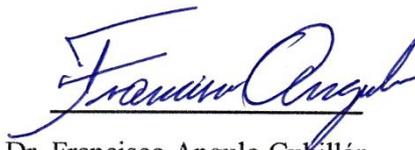


Silva Riofrio Luis Alfredo

C.I. 1723802300

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título **“Control de la temperatura ambiental a través de la aspersión de agua sobre la productividad y bienestar animal en cerdos durante la fase de engorde”** para aspirar al título de **INGENIERO AGROPECUARIO** fue desarrollado por **SILVA RIOFRIO LUIS ALFREDO**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a las evaluación respectiva de acuerdo a la normativa interna de la Universidad UTE.



Dr. Francisco Angulo Cubillán

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

C.I. 175918435-9





## AGROINDUSTRIAL EL-MOSAICO

---

Patricia Pilar 30 Julio del 2021

### CARTA CONFORMIDAD

Por medio de la presente la empresa Agroindustrial El Mosaico indica que estamos conformes con el trabajo realizado y con los resultados obtenidos por el estudiante Sr. Luis Alfredo Silva Riofrio con cédula de identidad No. 1723802300, en la ejecución de la Tesis de Grado con el título

**“CONTROL DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL A TRAVÉS DE LA ASPERSIÓN DE AGUA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y BIENESTAR ANIMAL EN CERDOS DURANTE LA FASE DE ENGORDE”**

Demostrando puntualidad y esfuerzo para que la investigación tenga feliz término.

Dr. Oscar Silva  
Gerente General  
Agroindustrial El Mosaico  
Celular # 0991732471

AGROINDUSTRIAL EL-MOSAICO  
CIA. LTDA.  
RUC: 1792751896001

Dirección Granja:  
Km 52 Vía Quevedo  
Sector Poza Honda  
Mail: osilva-vet@hotmail.com

## **DEDICATORIA**

*La realización del presente trabajo de Tesis está dedicada de manera muy especial a Dios por haberme dado la vida y la oportunidad de realizar todos mis objetivos.*

*A mis padres Oscar Silva y Irene Riofrio, por su amor, paciencia y sobre todo la constancia del día a día, gracias por apoyarme en los buenos y malos momentos, ya que sin ustedes no sería posible la culminación de esta etapa tan importante para mi vida.*

*De manera especial a mi hermana Tamara Silva por estar presente, por compartir las alegrías, las penas y por siempre tener palabras de aliento para mí.*

*A mi Director de Tesis Dr. Francisco Angulo por apoyarme con sus conocimientos y sobre todo con su paciencia incondicional en la tutoría de este trabajo.*

*Luis S.*

# **AGRADECIMIENTO**

*Hoy quiero dar mis sinceros agradecimientos a todas las personas que confiaron en mí y me apoyaron incondicionalmente.*

*Le doy las gracias a Dios por haberme dado la oportunidad de vivir, de tener las fuerzas necesarias para realizar mis metas.*

*A mis padres por su amor y confianza para guiarme por el camino correcto, siempre teniendo presente a Dios.*

*A mi Director de Tesis Dr. Francisco Angulo Cubillán por su ayuda, sus conocimientos y por la dedicación que tuvo en la realización de este trabajo.*

*A todos mis Profesores de la Universidad UTE, gracias por compartir sus conocimientos, anécdotas y muchas veces sus experiencias personales, dando un ejemplo de lo que significa la perseverancia.*

*A la empresa Agroindustrial El Mosaico, por hacer posible la realización de esta investigación y de manera muy especial a los señores trabajadores de campo, por su ayuda en la realización de las diferentes actividades llevadas a cabo en la fase experimental.*

*Gracias a todos*

# TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>2</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 ANTECEDENTES</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2 JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>1.3 OBJETIVOS</b> .....	<b>7</b>
1.3.1. OBJETIVOS GENERALES .....	7
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
<b>1.4 HIPÓTESIS</b> .....	<b>8</b>
1.4.1 HIPÓTESIS ALTERNATIVA (HA) .....	8
1.4.2 HIPÓTESIS NULA (HO) .....	8
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1. UBICACIÓN</b> .....	<b>9</b>
<b>2.2. ASPECTOS</b> .....	<b>9</b>
<b>2.3. MATERIALES</b> .....	<b>9</b>
2.3.1. MATERIALES DE CAMPO .....	9
2.3.2. MATERIALES DE OFICINA .....	9
<b>2.4. VARIABLES</b> .....	<b>10</b>
2.4.1. VARIABLES INDEPENDIENTES .....	10
2.4.2. VARIABLES DEPENDIENTES .....	10
<b>2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL</b> .....	<b>11</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1 RESULTADOS</b> .....	<b>13</b>
3.1.1 TEMPERATURA .....	13
3.1.2 VARIABLES PRODUCTIVAS .....	14
3.1.3 VARIABLES DE BIENESTAR ANIMAL .....	17
<b>3.2 DISCUSIÓN</b> .....	<b>21</b>
3.2.1 VARIABLES PRODUCTIVAS .....	21
3.2.2 VARIABLES DE BIENESTAR ANIMAL .....	22
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>13</b>
<b>4.1 CONCLUSIONES</b> .....	<b>24</b>
<b>4.2 RECOMENDACIONES</b> .....	<b>25</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>24</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>26</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Variables Productivas según el uso del tratamiento.....	<b>16</b>
<b>Tabla 2.</b> Variables Productivas según el uso del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental en cerdos de engorde de acuerdo al sexo.....	<b>17</b>
<b>Tabla 3.</b> Mortalidad y descartes tratados con aspersión y control .....	<b>17</b>
<b>Tabla 4.</b> Cerdos de engorde levantados, acostados o sentados de acuerdo al uso del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental.....	<b>18</b>
<b>Tabla 5.</b> Cerdos de engorde levantados, acostados o sentados de acuerdo al uso del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental de acuerdo al sexo.....	<b>18</b>
<b>Tabla 6.</b> Cerdos de engorde comiendo y bebiendo de acuerdo al uso del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental.....	<b>19</b>
<b>Tabla 7.</b> Cerdos de engorde comiendo y bebiendo de acuerdo al uso del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental de acuerdo al sexo.....	<b>19</b>
<b>Tabla 8.</b> Cerdos de engorde agresividad y molestando de acuerdo al uso del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental.....	<b>19</b>
<b>Tabla 9.</b> Cerdos de engorde agresividad y molestando de acuerdo al uso del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental de acuerdo al sexo.....	<b>20</b>
<b>Tabla 10.</b> Temperatura de la superficie dorsal de cerdos de engorde según el uso... del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental.....	<b>20</b>
<b>Tabla 11.</b> Temperatura de la superficie dorsal de cerdos de engorde según el uso... del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental de acuerdo al sexo.....	<b>20</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación satelital de la unidad de producción comercial donde se ..... realizó el estudio.....	<b>9</b>
<b>Figura 2.</b> Dinámica de temperatura ambiental diurna..	<b>13</b>
<b>Figura 3.</b> Temperatura ambiental diaria durante el desarrollo de la investigación..	<b>14</b>
<b>Figura 4.</b> Ganancia de peso de los grupos con y sin aspersion durante el ..... periodo experimental en cerdos de engorde. ....	<b>15</b>

# ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1</b>	<b>FOTOGRAFÍAS DEL ENSAYO.....</b>	<b>29</b>
----------------	------------------------------------	-----------

## RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto del uso de aspersión de agua controlado por temperatura ambiental, sobre la productividad y bienestar animal en cerdos en fase de engorde, se desarrolló una investigación en una granja porcina comercial ubicada en la provincia de Los Rios, Ecuador. Se utilizaron 30 animales por tratamiento, el cual consistió en el uso de aspersión regulado por temperatura ambiental y en el grupo control (sin aspersión), divididos equitativamente por sexo. Evaluándose variables productivas y de bienestar animal (BA). Dentro de las variables productivas se encuentran peso final, ganancia de peso, ganancia diaria de peso, peso de la canal, rendimiento a la canal, y de BA, posición (Levantada, sentada y acostada), agresividad e interacción entre individuos. Los datos fueron analizados a través de análisis de varianza-covarianza. El tratamiento mostro un efecto significativo ( $P < 0,05$ ) en la interacción peso de la canal y sexo, en las variables de posición, alimentación, interacción social y temperatura corporal dorsal se observaron igualmente diferencias significativas entre los grupos estudiados. Las variables ganancia diaria de peso, rendimiento de la canal, peso final, bebiendo agua, levantados, agresividad, no mostraron un efecto del tratamiento con aspersión ( $P > 0,05$ ). El uso de aspersión es una estrategia favorable para mejorar aspectos productivos y de bienestar animal en cerdos de engorde.

**Palabras clave:** Cerdos, Engorde, Aspersión de agua, Productividad, Bienestar animal.

## SUMMARY

In order to determine the effect of the use of water spray controlled by environmental temperature, on productivity and animal welfare in pigs in the fattening phase, an investigation was carried out in a commercial pig farm located in the province of Los Ríos, Ecuador. 30 animals were used per treatment, which consisted of the use of spraying regulated by ambient temperature and the control group (without spraying), equally divided by sex. Evaluating productive and animal welfare (AW) variables. Among the productive variables are final weight, weight gain, daily weight gain, weight and performance to the carcass, and AW, position (raised, sitting and lying down), aggressiveness and interaction between individuals. The data were analyzed through analysis of variance-covariance. The treatment showed a significant effect ( $P < 0.05$ ) in the carcass weight and sex interaction, in the variables of position, feeding, social interaction and dorsal body temperature, significant differences were also observed between the study groups. The variables daily weight gain performance to the final weight carcass, drinking water, lifting, aggressiveness did not show an effect of the spray treatment ( $P > 0.05$ ). The use of spraying is a favorable strategy to improve productive aspects and animal welfare in fattening pigs.

**Keywords:** Pigs, Fattening, Water spray, Productivity, Animal welfare.

## **1. INTRODUCCIÓN**

## 1.1 ANTECEDENTES

Los impactos potenciales del cambio climático incluyen cambios en la disponibilidad de agua, cambios en la cantidad y calidad de los alimentos, prevalencia de enfermedades para el ganado y reducción de la producción, entre otros. Los cambios combinados de temperatura y el aumento de la frecuencia de las olas de calor, provocan estrés (Mutua y col. 2020).

La presión social y económica para mejorar el bienestar animal, se ha convertido en una fuerza impulsora, cada vez más importante para los cambios en el manejo de las especies de producción (Gibson y Jackson, 2017) que representa el bienestar animal como un estado de bienestar que se logra al satisfacer las necesidades físicas, ambientales, nutricionales, de comportamiento y sociales de los animales bajo el cuidado o influencia de las personas (Jääskeläinen y col. 2013).

Esto ha ocurrido en paralelo con los cambios en la forma de pensar, sobre la forma en que los seres humanos interactúan con los animales, lo que ha dado como resultado una mejor conciencia del bienestar de estos. Las percepciones cambiantes del público sobre lo que experimentan los animales, junto con los avances en la ciencia y los requisitos internacionales de exportación, han dado como resultado mejoras significativas en el bienestar animal, con cambios en la legislación gubernamental que reflejan la mayor preocupación y conciencia del bienestar de los animales, bajo la influencia de las acciones humanas (Gibson y Jackson, 2017).

La cría y el control de enfermedades que consideremos adecuados y que satisfagan las necesidades de un animal pueden satisfacer necesidades físicas, ambientales y nutricionales, pero no necesariamente garantizan que se satisfagan las necesidades sociales y de comportamiento. Por lo tanto, se debe prestar especial atención a estos factores en la agricultura intensiva. La evaluación del bienestar se puede realizar en función del animal o su entorno (Jääskeläinen y col. 2013). El término bienestar animal cubre, entre otros, la importancia de la capacidad del animal para mantener el control de la estabilidad mental y corporal en diferentes condiciones ambientales (Godyn y col. 2019).

Los indicadores de bienestar basados en la fisiología de un animal y los cambios de comportamiento, se han utilizado comúnmente en los últimos

años. Entre otros, la presencia de enfermedades, lesiones, interacción social en el rebaño, condiciones de alojamiento y manipulación humana, son factores que afectan el bienestar animal. Las condiciones sociales, higiénicas y micro climáticas inadecuadas, pueden causar dificultades para mantener la estabilidad física y mental del animal. El bienestar animal ha sido un concepto científico durante muchos años. Puede evaluarse mediante métodos científicos y puede variar de muy pobre a muy bueno (Godyn y col. 2019).

El bienestar puede definirse como el estado de un animal no humano con respecto a los intentos del animal de hacer frente al medio ambiente. Por tanto, el bienestar varía de bueno a malo. Se alcanza un buen bienestar cuando los animales están en armonía con sus respectivos entornos y consigo mismos, tanto física como mentalmente. Se produce un mal bienestar cuando los animales están expuestos a condiciones adversas. El bienestar animal puede reducirse en la granja: muchas prácticas de manejo en la producción porcina comercial pueden influir en la ingesta de alimento, el crecimiento, el comportamiento y la sensibilidad al estrés de los cerdos (Candiani y col. 2008).

El bienestar animal en la producción porcina intensiva se enfrenta a menudo al escepticismo y la preocupación del público. Por tanto, las partes interesadas de la cadena alimentaria animal, han reconocido la importancia de dicho bienestar (Sorensen y Schrader, 2019). Es muy importante observar los indicadores fisiológicos y de comportamiento ya que estos podrían proporcionar información útil sobre el estado de bienestar de un animal (Candiani y col. 2008).

El estrés por calor en la producción porcina, genera pérdidas de la industria como tasas de crecimiento más lentas, pesos de mercado inconsistentes, rasgos alterados de la canal, infertilidad, aumento de los costos de atención médica y mortalidad. Por ejemplo, en los trópicos, el rendimiento del crecimiento variaba con la temporada y que, durante la cálida, la disminución del consumo de alimento, era un factor limitante importante para la ganancia de peso corporal (Rauw y col. 2020).

García-Cortés y col. (2020), mostraron que las altas temperaturas, tienen un efecto indeseable curvilíneo sobre la ingesta voluntaria de alimento y la ganancia de peso corporal, y este efecto es más pronunciado en cerdos más pesados.

El estrés por calor da como resultado una mayor tasa de infecciones bacterianas secundarias debido a un mecanismo de defensa intestinal comprometido. Sin embargo, los estudios han demostrado que los mecanismos de adaptación aumentan la capacidad de recuperación, las tasas de supervivencia y la producción de los cerdos (Mutua y col. 2020).

Song y col (2012) afirmaron que el entorno físico de los animales dentro de las granjas se caracteriza principalmente por parámetros higrotérmicos y calidad del aire. Estos parámetros están influenciados por la interacción de la temperatura exterior, los cerdos, el sistema de ventilación y el diseño del galpón. Varios trabajos demostraron que una ventilación adecuada también puede mejorar la calidad del aire dentro de los galpones para los cerdos (Kpodo y col. 2019).

En la zona de confort, los cerdos apenas tienen que ajustar su comportamiento para mantener constante su temperatura. A bajas temperaturas, los cerdos aumentan su temperatura, al acostarse muy cerca unos de otros y aumentando el gasto energético muscular; al elevarse la temperatura aumentan la pérdida de calor por conducción, evitar el contacto físico con sus congéneres y disminuyen el consumo de alimento. Estas adaptaciones de comportamiento indican un bienestar reducido, además los resultados de la frustración conductual, como morderse las orejas y la cola, pueden indicar estrés calórico (Vermeer y Hopster, 2018).

El estrés por calor es causado por la interacción de factores ambientales, incluida la temperatura, la velocidad del aire y la humedad, y no solo puede afectar el bienestar, sino también la disminución del peso corporal (Rioja-Lang y col. 2019). El estrés calórico en la producción porcina da como resultado, pérdidas de la industria por tasas de crecimiento más lentas, pesos de mercado inconsistentes, rasgos alterados de la canal, infertilidad, aumento de los costos de atención médica y mortalidad (García-Cortés y col. 2020).

Los cerdos con estrés por calor reducen su ingesta voluntaria de alimento para disminuir la producción de calor corporal y mantener la homeostasis térmica. La reducción de la ingesta voluntaria de pienso oscila entre un 20 y un 40%, respecto a los cerdos termo neutros, lo que se traduce en una menor ingesta de nutrientes, especialmente aminoácidos (Morales y col. 2018).

Las condiciones de estrés por calor son un factor importante que afecta la salud y la producción animal, especialmente en las líneas genéticas modernas. Existen varias modificaciones ambientales que pueden mejorar el intercambio de calor en los cerdos. Los sistemas pueden causar una disminución de la temperatura del aire en una granja o causar un enfriamiento directo de la piel de un animal (Godyn y col. 2020).

Los cerdos están expuestos a una temperatura ambiente que excede su zona termo neutral, en la mayoría de las áreas del mundo. Los cerdos expuestos a 35 ° C o más, muestran signos marcados de estrés por calor que afectan su consumo voluntario de alimento y su tasa de crecimiento (Morales y col. 2018).

Aunque los cerdos carecen de glándulas sudoríparas funcionales que responden a la alta temperatura ambiental, la pérdida de calor por evaporación es una de las principales formas en que los cerdos mantienen su homeostasis. Esta se puede incrementar, aumentando la tasa de respiración y la evaporación del agua de la piel mojada. En condiciones de alta temperatura y humedad, la evaporación respiratoria se ve afectada, por lo que cualquier pérdida de calor por evaporación del agua de la piel húmeda, es beneficiosa (Rioja-Lang y col. 2019).

La pérdida de calor en los cerdos durante el clima cálido, también puede mejorarse mediante la implementación de métodos que mejoren el intercambio de calor por convección, conducción o por evaporación del agua de la piel húmeda (Godyn y col. 2020).

Mejorar la eficiencia de la producción durante la etapa de crecimiento y finalización es crucial. Esta etapa es el período más costoso en la producción porcina, representa más del 65% del costo total de producción, y las mejoras menores dan como resultado importantes aumentos en las ganancias para los productores. Uno de los principales factores que influyen en la eficiencia de producción es una mayor variabilidad del peso corporal (Montoro y col. 2020).

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

El aumento de la productividad en los sistemas de cría intensiva de cerdos y las enfermedades relacionadas con la producción, hacen necesario comprender mejor las interrelaciones entre la salud, el bienestar y la productividad de los animales (Pandolfi y col. 2018).

Los cerdos son animales sensibles al calor ya que la mayoría de los animales pueden transferir el calor interno al exterior del cuerpo, a través del sudor y el jadeo. Estas son las dos herramientas más útiles para mantener la temperatura corporal y formar un sistema de enfriamiento natural. Sin embargo, debido a limitaciones fisiológicas, los cerdos son sensibles al estrés por calor (Latorre, 2008).

La temperatura ambiental es un elemento que afecta la producción de esta especie, ya que genera estrés calórico en los animales lo cual produce disminución del consumo, inmunosupresión e inconformidad. Sin embargo, el aumento de la temperatura ambiente, que ha sido una preocupación mundial, exige nuevos métodos y tecnología adicional para mejorar el enfriamiento de los animales durante temporadas de calor (Godyn y col. 2020).

El uso de tecnologías en las instalaciones destinadas a la producción porcina como son la ventilación, la aspersión de agua, tipo de techo, tipo de galpón, entre otras, han sido utilizadas para reducir el impacto del estrés calórico sobre el bienestar y producción porcina. En la Provincia de Los Ríos, existe la necesidad de generar datos relacionados al uso de las tecnologías. Respecto al uso de la ventilación, se ha reportado que en el ambiente de esta provincia, no hubo resultados concluyentes (Silva-Riofria, 2020). Se hace necesario determinar, si el uso de la aspersión de agua como control del estrés calórico, presenta efectos positivos sobre el bienestar y producción porcina.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVOS GENERALES**

- Determinar el efecto del uso de aspersión de agua controlado por temperatura ambiental, sobre la productividad y bienestar animal en cerdos en fase de engorde.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Medir el efecto del uso de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental, sobre la productividad de cerdos en la fase de engorde.
- Estimar el efecto del uso de aspersión de agua controlado por la temperatura ambiental, sobre el bienestar animal de cerdos en la fase de engorde.

## **1.4 HIPÓTESIS**

### **1.4.1 HIPÓTESIS ALTERNATIVA (HA)**

- El uso de aspersión de agua, mejora la productividad y el bienestar animal en cerdos de engorde.

### **1.4.2 HIPÓTESIS NULA (HO)**

- El uso de aspersión de agua, no mejora la productividad y el bienestar animal en cerdos de engorde.

## **2. METODOLOGÍA**

## 2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La investigación fue realizada en una granja porcina comercial, ubicada en el Sector Patricia Pilar de la Provincia de Los Ríos, en la región de la Costa de Ecuador (Fig.1), cuyas coordenadas son 0,60° latitud Sur y 79,37° longitud Oeste. La temperatura media anual es de 24,43°C y la precipitación 2.335 mm<sup>3</sup>. El clima es húmedo tropical (Barros y Troncoso, 2010).



Figura 1. Ubicación satelital de la unidad de producción comercial donde se realizó el estudio.

## 2.2. ASPECTOS BIOÉTICOS

En el desarrollo de esta investigación, se tomaron en cuenta los criterios de investigación científica en animales indicados por Fondecyt-Conicyt (2009).

## 2.3. MATERIALES

### 2.3.1. MATERIALES DE CAMPO

- Termómetro digital
- Klester
- Báscula

### 2.3.2. MATERIALES DE OFICINA

- Computador
- Registros
- Material bibliográfico

## **2.4. VARIABLES**

### **2.4.1. VARIABLES INDEPENDIENTES**

- Tratamiento
- Sexo

### **2.4.2. VARIABLES DEPENDIENTES**

- **Ganancia de peso total y diario**

El peso de los cerdos se tomó por medio de una balanza electrónica la cual expresa sus resultados en kilogramos. La ganancia del peso total es la diferencia entre el peso final menos el peso inicial. La ganancia diaria de peso será calculada dividiendo la ganancia de peso total entre el número de días del experimento.

- **Grasa dorsal**

La grasa dorsal se midió en la doceava costilla, a 65 mm de la línea media (espinas dorsales), la unidad de medida para esta variable fue milímetros (mm) que es una medida estándar para evaluar el contenido de grasa de la canal (Ponnampalam y col.2011).

- **Peso y Rendimiento en canal**

Se pesó con báscula la canal y el rendimiento fue calculado dividiendo el peso en kg de la canal, entre el peso vivo en Kg previo al sacrificio, de los treinta animales específicos por tratamiento.

- **Mortalidad**

Se registró en un formato diseñado para tal fin y calculado al final del experimento expresándola en porcentaje.

- **Posición**

Se registró si los animales estaban de pie, sentados, acostados dentro de cada corral.

- **Alimentación**

Se valoró si los animales estaban comiendo o bebiendo agua en el momento de la toma de datos dentro de cada corral.

- **Agresividad**

Se registró la actividad agresiva de los cerdos en el momento de la toma de datos, donde se tomó en cuenta acciones de molestia hacia otros cerdos.

- **Temperatura de la piel dorsal**

La temperatura dorsal fue medida una vez al día, a las 14:00 h, utilizando un termómetro digital con láser, el cual se colocaba a 5 cm de la piel a nivel de la línea media cervicotorácica. Las variables del bienestar animal se expresaron en porcentajes del número total de animales.

## **2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Por tal motivo se propuso medir el efecto del control de la temperatura ambiental dentro del galpón, a través de la aspersion de agua, cuando la misma supere los 27 grados centígrados, cerrando la aspersion cuando dicha temperatura baje a 26°C, sobre la productividad y bienestar animal en cerdos durante la fase de engorde. El umbral de esta temperatura fue seleccionado ya que, en cerdos de engorde, cuando la temperatura ambiental supera los 26 grados, inicia el incremento de la temperatura rectal (Huynh y col. 2005). Las unidades experimentales consistieron en 60 animales y para cada tratamiento se utilizó 30 cerdos. La poblacion de cerdos incluyó hembras y machos equitativamente distribuidos por grupo, donde los machos se les realizó el manejo de inmuno castración. La alimentacion de los animales se realizó con balanceado y agua *ad libitum*, correspondiente a la fase de

engorde. En el sistema de producción se realizó el plan sanitario para esta fase, además de implementar medidas estrictas de bioseguridad.

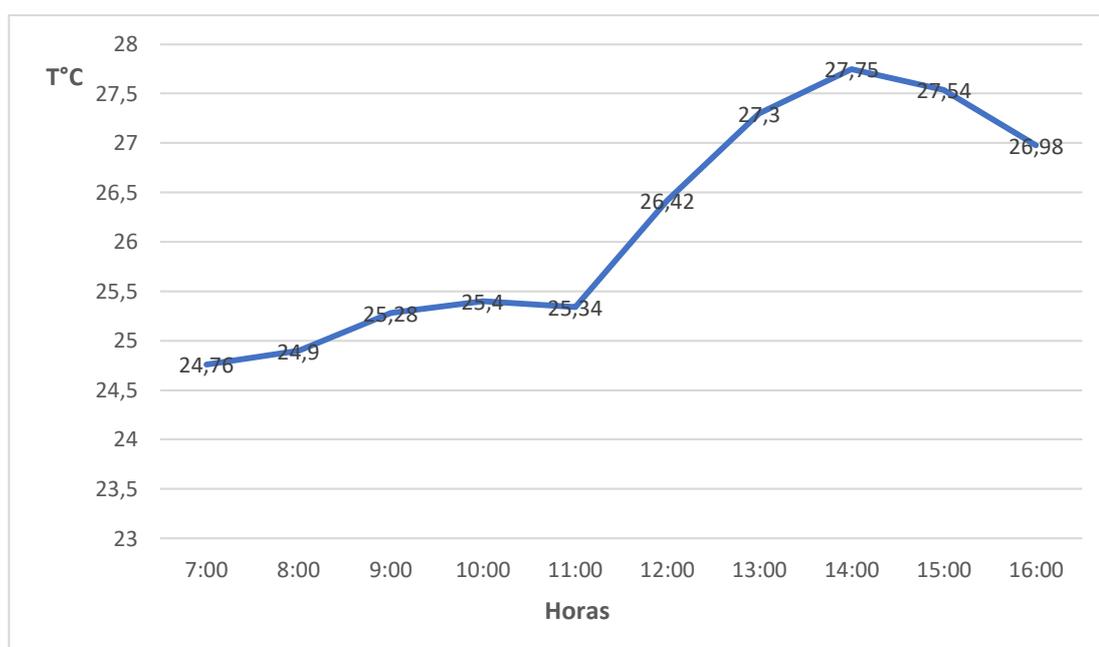
Se tomó el peso inicial y final de 30 cerdos específicos por tratamiento. Las variables independientes fueron el tratamiento (aspersión) y las dependientes variables productivas, como ganancia de peso total, ganancia de peso diaria, grosor de grasa dorsal, peso de la canal y rendimiento en canal. Las variables dependientes de bienestar animal fueron: cerdos de pie, sentados o acostados, comiendo, tomando agua, agresividad y molestando, además de la mortalidad y el descarte de animales. Las variables del bienestar animal fueron medidas a las 14:00 horas, todos los días de la experimentación.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 3.1 RESULTADOS

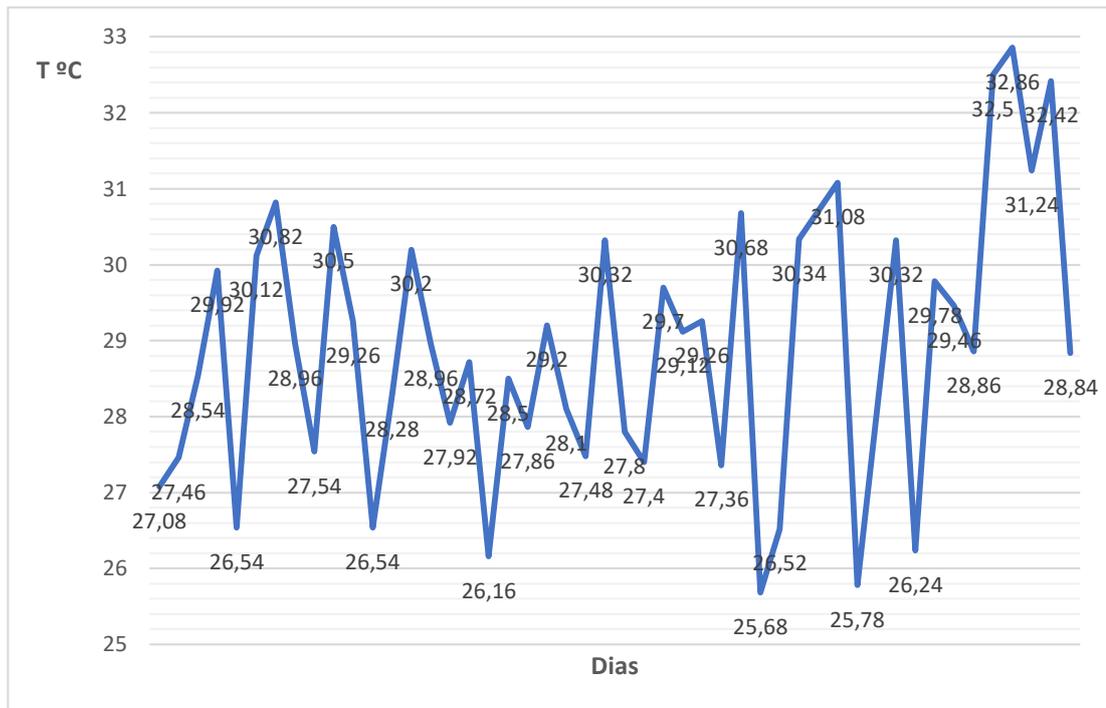
### 3.1.1 TEMPERATURA

Previo al inicio de la investigación, se tomaron temperaturas ambiental diurnas cada hora, desde las 7 am hasta las 4 pm, las cuales se representan en la Figura 2; en la misma se muestra que la temperatura más elevada se encuentra a las 14:00 horas, con una temperatura máxima de 27,75°C, y la temperatura mínima de 24,76°C observada a las 7:00 am.



**Figura 2.** Dinámica de temperatura ambiental diurna.

La temperatura ambiental diaria durante el desarrollo de la investigación y registrada a las 14:00 horas, se muestra en la Figura 3, donde podemos observar que la temperatura mínima fue 25,68 °C, el día 4 de febrero de 2021. La máxima temperatura ambiental mostrada fue de 32,86 °C el día 13 de febrero de 2021.



**Figura 3.** Temperatura ambiental diaria durante el desarrollo de la investigación.

### 3.1.2 VARIABLES PRODUCTIVAS

- **Peso inicial**

Al inicio del ensayo se realizó el pesaje de los animales para obtener el peso promedio inicial de los diferentes grupos, los cuales para el grupo tratado con aspersión fue de 75,22 kg y para el grupo control 74,10 kg (Tabla 1).

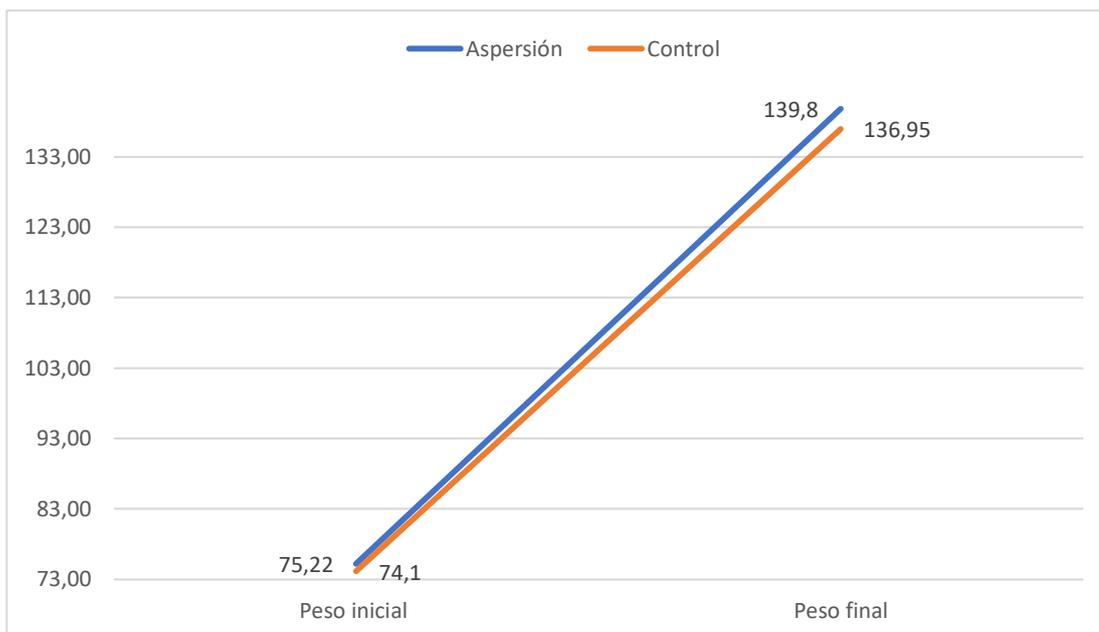
- **Peso final**

El promedio de pesos finales para ambos grupos fue 139,80 kg y 136,95 kg, para el grupo tratado con aspersión y el control, respectivamente, como se muestra en la Tabla 1.

- **Ganancia de peso**

En la Tabla 1 y Figura 4, se registran las ganancias de peso en promedio  $\pm$  error estándar (EE), de los animales tratados con aspersión y del grupo control durante la fase experimental de la investigación. Para el primero, el promedio fue  $64,58 \pm 1,9$  Kg y para el segundo de  $62,85 \pm 1,2$  Kg; apreciándose una

diferencia de 1,73 Kg entre los grupos, indicando una tendencia favorable al grupo tratado con aspersion, a pesar de no ser significativo ( $P>0,05$ ).



**Figura 4.** Ganancia de peso de los grupos con y sin aspersion durante el periodo experimental en cerdos de engorde.

- **Ganancia de peso diaria**

En esta variable, se aprecia también una tendencia a favor del grupo tratado con aspersion frente al control, registrando 1,32 Kg y 1,28 Kg, respectivamente; sin mostrar diferencias significativas ( $P>0,05$ ), (Tabla 1).

- **Estimación de grasa dorsal**

En la tabla 1, se presentan los datos obtenidos de la longitud de la grasa dorsal medida en mm, los cuales son 13,17 y 12,40, el primero es del grupo tratado con aspersion y el segundo es del control, dando una diferencia entre grupos de 0,77 mm, mostrando una tendencia mayor en el grupo tratado con aspersion ( $P>0,05$ ). Las hembras del grupo de aspersion tuvieron mayor cantidad de grasa que las del grupo control ( $P<0,05$ ).

- **Peso de la canal**

El promedio de los pesos de la canal para ambos grupos fue de 113,11 Kg para el grupo tratado con aspersion, y de 108,77 Kg para el control, mostrando

una diferencia de 4,34 Kg entre grupos, mostrando una tendencia mayor del peso a la canal los animales del grupo tratado con aspersión ( $P=0,08$ ) (Tabla 1). De acuerdo al sexo el peso de la canal igual mente tuvo una tendencia a favor de los machos ( $P=0,07$ ). Cuando analizamos la interrelación tratamiento x sexo las hembras del grupo control mostraron pesos inferiores que los macho y hembras del grupo tratado y que los machos del grupo control ( $P<0,05$ ).

- **Rendimiento de la canal**

Se registran porcentajes de rendimiento en canal para ambos grupos, los cuales fueron de 81,01% para el grupo tratado con aspersión, y de 79,69% para el grupo control, mostrados en la Tabla 1, dando una diferencia de 1,32 % entre tratamientos a favor del grupo tratado con aspersión, sin mostrar diferencias significativas ( $P>0,05$ ).

**Tabla 1.** Variables Productivas según el uso del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental en cerdos de engorde.

Trat	PI	PF	GP	GDP	Grasa Dorsal (mm)	Pcanal (Kg)	Rc %
1	75,22	139,80 A	64,58 A	1,32 A	13,17 A	113,11 A	81,01 A
2	74,10	136,95 A	62,85 B	1,28 A	12,40 A	108,77 A	79,69 A

Letras diferentes indican significativas ( $P<0.05$ )

- **Variables productivas según el sexo del animal**

Los resultados mostrados en las variables productivas de acuerdo con el sexo (Tabla 2), se observa que los datos son similares a los generales mostrados en la Tabla 1, donde tanto hembras como machos del grupo tratado con aspersión, mostraron valores mayores en las diferentes variables. Al revisar los datos entre sexos de cada grupo, se observa que los machos mantuvieron valores mayores que las hembras en las variables: PI 0,10 Kg, PF 2,13 Kg, GP 2,03, GDP 0,04 Kg, y las hembras mostraron un mejor rendimiento en las variables: GD 0,07 mm, PC 0,50 Kg y RC 1,46 %. Hubo diferencias significativas ( $P<0,05$ ) entre todos los machos y las hembras del grupo control. Cuando se evaluó el sexo sin el tratamiento, los machos pesaron más que las hembras ( $P<0,05$ ) en promedio 7,93 Kg.

**Tabla 2.** Variables Productivas según el uso del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental en cerdos de engorde de acuerdo al sexo.

Trat	Sexo	PI	PF	GP	GDP	Grasa Dorsal (mm)	Pcanal (Kg)	Rc %
1	H	74,37	136,70 A	62,33 AB	1,27 A	13,13 A	111,17 A	81,33 A
2	H	73,90	132,77 A	58,87 B	1,20 A	12,20 B	106,01 B	80,06 A
1	M	74,47	138,83 B	64,37 A	1,31 B	13,07 A	110,67 A	79,87 A
2	M	72,55	142,90 B	70,35 A	1,44 B	12,40 A	114,98 A	80,84 A

Letras diferentes indican significativas ( $P < 0.05$ )

## Mortalidad y descartes

La mortalidad y descartes durante el ensayo fue muy baja mostrando el grupo tratado con aspersión 0% de mortalidad y 0,66% de descarte. El grupo control mostró 0,98% de mortalidad y 0,65% de descarte, siendo los valores similares entre los grupos ( $P > 0,05$ ) (Tabla 3).

**Tabla 3.** Mortalidad y descartes tratados con aspersión y control

Trat	Mortalidad	Descartes
1	0,00	0,66
2	0,98	0,65

### 3.1.3 VARIABLES DE BIENESTAR ANIMAL

- **Posición de los animales (levantados, sentados y acostados)**

Los promedios de la posición de los animales, medida en porcentaje y observada una vez al día durante el tiempo del ensayo, se muestra en la Tabla 4, donde se aprecia que en el grupo tratado con aspersión fue 23,86% de animales levantados, 70,68% de acostados y 5,72% sentados, correspondiendo al 100% de los animales del grupo. En el grupo control los resultados fueron: 23,82% levantados, 69,78% acostados y 6,57% sentados, en el promedio del porcentaje de los animales levantados no hubo diferencia significativa ( $P > 0,05$ ), en el caso de los animales sentados a pesar de que en ambos grupos el porcentaje fue bajo se diferencia el grupo tratado con aspersión y el grupo control mostrando un mayor porcentaje el grupo control ( $P < 0,05$ ). De forma similar hubo diferencias entre sexos ( $P < 0,05$ ) donde las hembras mostraron un mayor porcentaje (Tabla 5), las hembras del grupo control se diferenciaron ( $P < 0,05$ ) de los machos del grupo control y de los machos y hembras del grupo tratado. Hubo un mayor porcentaje ( $P < 0,05$ ) de

animales acostados en el grupo tratado con aspersión al compararlo con el control. El sexo mostro un efecto sobre el porcentaje de animales acostados ( $P<0,05$ ) observándose un mayor porcentaje en los machos (Tabla 5), en la interacción tratamiento con sexo los animales del grupo tratado con aspersión mostraron un mayor porcentaje respecto a las hembras del grupo control ( $P<0,05$ ).

**Tabla 4.** Cerdos de engorde levantados, acostados o sentados de acuerdo al uso del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental.

Trat	Levantados (%)	Acostados (%)	Sentados (%)
1	23,86 A	70,68 A	5,72 A
2	23,82 A	69,78 B	6,57 B

Letras diferentes indican significativas ( $P<0.05$ )

**Tabla 5.** Cerdos de engorde levantados, acostados o sentados de acuerdo al uso del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental de acuerdo al sexo.

Trat	Sexo	Levantados (%)	Acostados (%)	Sentados (%)
1	H	23,90 A	67,14 A	6,14 A
2	H	23,98 A	63,96 B	7,45 B
1	M	23,84 A	68,74 A	5,28 C
2	M	23,67 A	66,62 AB	5,58 BC

Letras diferentes indican significativas ( $P<0.05$ )

- **Acción de alimentación (Comiendo y bebiendo)**

Los porcentajes de animales encontrados comiendo y bebiendo al momento de la observación de estas variables se muestran en la Tabla 6, donde se aprecia que el porcentaje de animales que se encontraban comiendo fueron 7,99% y los que estaban bebiendo 2,72% para el grupo tratado con aspersión. En el grupo control los valores fueron 7,51 y 2,67 %, respectivamente. Estos resultados de acuerdo al sexo de los animales, mostraron similitudes con los generales, sin observarse diferencias entre los grupos en la variable del porcentaje bebiendo ( $P>0,05$ ) (Tabla 7). Sin embargo, en la variable porcentaje de animales comiendo los animales tratados con aspersión mostraron el valor mayor ( $P<0,05$ ). El sexo no presento ningún efecto, pero la interacción tratamiento x sexo las hembras del grupo control mostraron el menor porcentajes de animales comiendo.

**Tabla 6.** Cerdos de engorde comiendo y bebiendo de acuerdo al uso del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental.

Trat	Comiendo (%)	Bebiendo (%)
1	7,99 A	2,72 A
2	7,51 B	2,67 A

Letras diferentes indican significativas (P<0.05)

**Tabla 7.** Cerdos de engorde comiendo y bebiendo de acuerdo al uso del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental de acuerdo al sexo.

Trat	Sexo	Comiendo (%)	Bebiendo (%)
1	H	8,07 A	2,71 A
2	H	7,37 B	2,70 A
1	M	7,92 AB	2,83 A
2	M	7,62 AB	2,83 A

Letras diferentes indican significativas (P<0.05)

- **Agresividad y molestando**

Los promedios de los porcentajes de agresividad y molestando dentro del tratamiento con aspersión fueron del 0,38% y 4,29%, los del grupo control 0,88% y 5,93%, respectivamente, observándose bajos valores para ambas variables (Tabla 8). Respecto al sexo de los animales experimentales, los resultados fueron similares a los generales (P>0,05) (Tabla 9). En el caso de la molestando si existe una diferencia significativa entre los tratamientos (P<0,05), de igual manera en la interacción sexo tratamiento existe una diferencia significativa donde los animales tratados dieron menores porcentajes que el grupo control (P<0,05).

**Tabla 8.** Cerdos de engorde agresividad y molestando de acuerdo al uso del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental.

Trat	Agresividad (%)	Molestando (%)
1	0,38 A	4,29 A
2	0,88 A	5,93 B

Letras diferentes indican significativas (P<0.05)

**Tabla 9.** Cerdos de engorde agresividad y molestando de acuerdo al uso del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental de acuerdo al sexo.

Trat	Sexo	Agresividad (%)	Molestando (%)
1	H	0,34 A	4,51 A
2	H	0,75 A	6,06 B
1	M	0,43 A	4,03 A
2	M	1,02 A	5,67 B

Letras diferentes indican significativas ( $P < 0.05$ )

- **Temperatura corporal en la piel dorsal**

En los promedios de temperatura corporal, medida en la superficie de la piel dorsal de los animales, se aprecia que los animales pertenecientes del grupo del tratamiento con aspersión mostraron valores de temperatura menores que los del grupo control, como se muestra en la Tabla 10. Los animales del grupo tratado con aspersión presentaron un promedio de temperatura de 28,82°C, mientras que el control fue de 33,53°C, con una diferencia de 4,71°C, indicando que el uso de la aspersión favorece la reducción de la temperatura corporal ( $P < 0,05$ ). No hubo diferencias entre sexos ( $P > 0,05$ ), aunque se mantuvo los resultados entre los grupos, similar a los datos generales de esta variable (Tabla 11).

**Tabla 10.** Temperatura de la superficie dorsal de cerdos de engorde según el uso del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental.

Trat	Temperatura corporal
1	28,82 A
2	33,53 B

Letras diferentes indican significativas ( $P < 0.05$ )

**Tabla 11.** Temperatura de la superficie dorsal de cerdos de engorde según el uso del tratamiento o no de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental de acuerdo al sexo.

Trat	Sexo	Temperatura corporal
1	H	28,56 A
2	H	33,47 B
1	M	28,64 A
2	M	33,24 B

Letras diferentes indican significativas ( $P < 0.05$ )

## 3.2 DISCUSIÓN

Al evaluar el efecto del uso de aspersión de agua controlado por temperatura ambiental, sobre las variables productivas y de bienestar animal en cerdos en fase de engorde, se discute lo siguiente:

### 3.2.1 VARIABLES PRODUCTIVAS

- **Ganancia de peso y ganancia diaria de peso**

La ganancia de peso no presentó un efecto del uso del tratamiento con aspersión, aunque hubo una tendencia con mayor ganancia de peso en este grupo. Resultados menores fueron obtenidos por (Rauw y col. 2020) los cuales obtuvieron una ganancia de peso de 41,26 Kg, aunque el tiempo medido fue de 6 semanas (Won Yang y col. 2019), obtuvieron GDP de 906 gr; valor inferior obtenido por esta investigación, lo cual sea probable por las diferentes razas utilizadas. Otros autores observaron que el uso de medidas frente al estrés calórico como la ventilación y aspersión, para promover una temperatura ambiental óptima que favorece la ganancia de peso en diferentes estados de producción (Kpodo y col 2019; Larsen y col. 2018; Godyn y col. 2020), reducen el estrés calórico a través de estos equipos (Godyn y col. 2020), mejora el consumo en los animales, alcanzando mayores pesos (Rauw y col. 2020). En el caso de los cerdos bajo estrés calórico, baja el consumo de alimento con un efecto curvilíneo (García-Cortés y col. 2020), como una manera de reducir la generación de calor interno, para compensar el incremento de la temperatura corporal (Candiani y col. 2008; Vermeer y Hopster, 2018; Rauw y col. 2020; Rioja-Lang y col. 2019), generando tasas de crecimiento más lentas (García-Cortés y col. 2020). La reducción de la ingesta voluntaria de balanceado, puede oscilar entre un 20 y un 40%, cuando se comprará cerdos en temperatura confort (Morales y col. 2018; Sousa y col. 2018). En esta investigación no se observaron diferencias significativas entre los grupos tratados con aspersión y control, sugiriendo que el tiempo de la fase de finalización del engorde de cerdos y del ensayo, no fue suficiente para detectar significancia, aunque si una tendencia.

- **Grasa dorsal**

En la variable de la grasa dorsal no se presentó unas diferencias significativas en el uso de la aspersión, aunque se puede visualizar un ligero aumento en los animales con aspersión. En un estudio realizado en cerdas mostraron un

promedio de grasa dorsal de 13,1 mm lo cual es similar a los resultados de esta investigación. En nuestros resultados la diferencia observada entre las hembras tratadas con aspersión y grupo control podría ser debida a un incremento en el consumo con mayor aumento de los depósitos en la grasa dorsal por parte de las primeras (van den Broeke y col. 2019).

- **Peso en canal y rendimiento en canal**

El rendimiento en canal no se evidencia diferencia entre los dos tratamientos, corroborando estos resultados, en el caso del peso de la canal las hembras del grupo control mostraron pesos inferiores al resto de grupos del estudio presentando valores reducidos en comparación del resto. Mientras que estas diferencias no fueron observadas en el rendimiento del canal donde ambos sexos de ambos tratamientos mostraron resultados similares. van den Broeke y col. (2019) reportaron valores de RC de 78%, ya que las hembras al consumir más alimento, aumentan la tasa de deposición de grasa a nivel de los tejidos lo cual incrementa el peso y rendimiento a la canal.

### **3.2.2 VARIABLES DE BIENESTAR ANIMAL**

- **Posición**

Al usar la aspersión controlada por la temperatura ambiental se demuestra que los cerdos alteran su posición, aumentando el porcentaje de cerdos acostados en el grupo tratado y aumentando el porcentaje de cerdos sentados en el grupo control ambas posiciones sugieren una conducta relajada en el primer caso y una conducta de inconformidad en el segundo grupo. Los cerdos alteran su comportamiento cuando se encuentran bajo estrés calórico, principalmente modificando su postura (Huynh y col. 2005), tratando de disipar el calor corporal para el mantenimiento de su homeostasis.

- **Alimentación**

El uso de aspersión de agua controlada por temperatura ambiental mejoro el porcentaje de animales que se encontraban alimentándose. Cuando los animales se encuentran bajo estrés calórico reducen el consumo de alimento y se afecta la integridad intestinal lo cual da como consecuencia reducción de

consumo y mala absorción de nutrientes (Rauw y col. 2020; Sousa y col. 2018; Godyn y col. 2020) lo cual podría afectar la salud y productividad del animal. (García-Cortés y col. 2020).

- **Agresividad y molestando**

El efecto de la aspersión con agua controlada por temperatura sobre el comportamiento social, muestra que los cerdos sin aspersión manifestaron estrés social a través de mordiscos en las orejas y cola. Al elevarse la temperatura se presentan adaptaciones de comportamiento que indican un bienestar reducido, además los resultados de la frustración conductual, como morderse las orejas y la cola, pueden indicar estrés calórico (Vermeer y Hopster, 2018), el cual no fue controlado por la aspersión en esta investigación.

- **Temperatura de la superficie dorsal**

La aspersión de agua controlada por temperatura afecta la temperatura corporal medida en el dorsal, lo anterior se visualiza en la diferencia de temperatura observada entre los grupos experimentales. La pérdida de calor en los cerdos durante el clima cálido, también puede mejorarse mediante la implementación de métodos que mejoren el intercambio de calor por convección, conducción o por evaporación del agua de la piel húmeda (Godyn y col. 2020). Al elevarse la temperatura aumentan la pérdida de calor por conducción, evitar el contacto físico con sus congéneres y disminuyen el consumo de alimento. Estas adaptaciones de comportamiento indican un bienestar reducido, además los resultados de la frustración conductual, como morderse las orejas y la cola, pueden indicar fallas en el bienestar animal (Vermeer y Hopster, 2018).

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **4.1 CONCLUSIONES**

El uso de aspersión es una estrategia favorable para mejorar aspectos productivos y de bienestar animal en cerdos de engorde.

### **Variables productividad**

A pesar de no determinarse el efecto del tratamiento con aspersión controlada por la temperatura ambiental, sobre la ganancia de peso y ganancia diaria de peso, si existió una tendencia favorable en los animales del grupo tratado.

Se evidencio el efecto del tratamiento con aspersión controlada por la temperatura ambiental en cerdas tratadas respecto a la variable peso de la canal.

En las variables grasa dorsal y rendimiento de la canal no fue detectado un efecto del tratamiento con aspersión controlada por la temperatura ambiental.

La mortalidad y descarte de animales mostró un porcentaje bajo dentro del ensayo.

### **Variables de bienestar animal**

El uso de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental reduce la temperatura corporal en cerdos de engorde.

Los animales tratados con aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental mejoran el porcentaje de animales que muestran la conducta de alimentación.

La posición de los animales varió dependiendo del tratamiento con aspersión controlada por temperatura ambiental favoreciendo la posición de acostado, reduciendo el porcentaje de animales que se encontraban sentados.

El tratamiento con aspersión de agua controlada por temperatura ambiental, no afecto el comportamiento agresivo de los animales, pero si presento un efecto de reducción en animales que se encontraban molestando con mordidas no agresivas en las orejas y la coja de sus compañeros.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

Se recomienda el uso de la aspersión de agua controlada por temperatura para reducir el estrés calórico, mejorando el consumo y el bienestar animal en sistemas de producción de cerdos de engorde, en climas tropicales.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Barros, J., & Troncoso, A. (2010). *Atlas Climatológico del Ecuador*. Quito: Escuela Politecnica Nacional.
- Candiani, D., Salamano, G., Mellia, E., Doglione, L., Bruno, R., Toussaint, M., & Gruys, E. (2008). A Combination of Behavioral and Physiological Indicators for Assessing Pig Welfare on the Farm. *JOURNAL OF APPLIED ANIMAL WELFARE SCIENCE*, 2-10.
- FONDECYT-CONICYT. (2009). *Asperctos Bioéticos de la experimentación animal*. Santiago de Chile.
- García-Cortés, L. A., Gomez-Raya, L., Rauw, W. M., Peña, E. d., JoséCiruelos, J., & Izquierdo, E. (2020). Impact of environmental temperature on production traits in pigs. *Scientific Reports*, 1-4.
- Gibson, T., & Jackson, E. (2017). The economics of animal welfare. 2-5.
- Godyn, D., Herbut, P., Angrecka, S., & Vieira, F. M. (2020). Use of Different Cooling Methods in Pig Facilities to Alleviate the Effects of Heat Stress—A Review. *Animals*, 2-8.
- Godyn, D., Nowicki, J., & Herbut, P. (2019). Effects of Environmental Enrichment on Pig Welfare. *Animals*, 2-6.
- Grunert, K., Sonntag, W., Glanz-Chanos, V., & Forum, S. (2017). Consumer interest in environmental impact, safety, health and animal welfare aspects of modern pig production: Results of a cross-national choice experiment. *Meat Science*, 3-8.
- Huynh. T., Aarnink, A. , and Verstegen, M. (2005). REACTIONS OF PIGS TO A HOT ENVIRONMENT, Livestock Environment VII, Proceedings of the Seventh International Symposium, 18-20 May 2005 (Beijing, China) Publication Date 18 May 2005, ASAE Publication Number 701P0205. Ed. T. Brown-Brandl. Copyright 2005 American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan USA.
- Jääskeläinen, T., Kauppinen, T., Vesala, K., & Valros, A. (2013). Relationships between pig welfare, productivity and farmer dispositions. *Animal Welfare*, 3-11.
- Kpodo, K.R., Duttlinger, A.D. & Johnson, J.S. (2019). Effects of pen location on thermoregulation and growth performance in grow-finish pigs during late summer.
- Larsen, M.L., Bertelsen, M. & Pedersen, L.J. (2018). Review: Factor affecting fouling in conventional pens for slaughter pigs.
- Latorre, J. (12 de Noviembre de 2008). *Universo Porcino*. Obtenido de Soluciones para los efectos de las altas Temperaturas en las explotaciones porcinas: [http://www.universoporcino.com/articulos/instalaciones\\_porcinas\\_soluciones\\_para\\_los\\_efectos\\_de\\_las\\_altas\\_temperaturas\\_en\\_las\\_explotaciones\\_porcinas.html](http://www.universoporcino.com/articulos/instalaciones_porcinas_soluciones_para_los_efectos_de_las_altas_temperaturas_en_las_explotaciones_porcinas.html)

- Martínez, P. B. (05 de Octubre de 2020). *Porcicultura*. Obtenido de <https://www.porcicultura.com/destacado/El-consumo-de-carne-de-cerdo-y-sus-beneficos-nutricionales>
- Montoro, J. C., Manzanilla, E. G., Solà-Oriol, D., Muns, R., Gasa, J., Clear, O., & Díaz, J. A. (2020). Predicting Productive Performance in Grow-Finisher Pigs Using Birth and Weaning Body Weight. *Animals*, 7-9.
- Morales, A., Chávez, M., Vásquez, N., Htoo, J. K., Buenabad, L., Espinoza, S., & Cervantes, M. (2018). Increased dietary protein or free amino acids supply for heat stress pigs: effect on performance and carcass traits. *Animal Science*, 3-7.
- Morgan, L., Itin-Shwartz, B., Koren, L., Meyer, J. S., Matas, D., Younis, A., . . . Raz, T. (2019). Physiological and economic benefits of abandoning invasive surgical procedures and enhancing animal welfare in swine production. *Scientific Reports*, 3-4.
- Mutua, J. Y., Marshall, K., Paul, B. K., & Notenbaert, A. M. (2020). A methodology for mapping current and future heat stress risk in pigs. *Animal*, 2-4.
- Pandolfi, F., Edwards, S. A., Maes, D., & Kyriazakis, I. (2018). Connecting Different Data Sources to Assess the Interconnection between biosecurity, Health, Welfare, and Performance in Commercial Pig Farms in Great Britain. *Frontiers in Veterinary Science*, 3-5.
- Ponnampalam, E.N., Lewandowski, P. & Nesaratnam, K. et al (2011). Differential effects of natural palm oil, chemically- and enzymatically-modified palm oil on weight gain, blood lipid metabolites and fat deposition in a pediatric pig model. *Nutr J* 10, 53.
- Rauw, W. M., Peña, E. d., Gomez-Raya, L., Cortés, L., Ciruelos, J. J., & Izquierdo, E. (2020). Impact of environmental temperature on production traits in pigs. *Scientific Reports*, 2-4.
- Rioja-Lang, F. C., Brown, J. A., Brockhoff, E. J., & Faucitano, L. (2019). A Review of Swine Transportation Research on Priority Welfare Issues: A Canadian Perspective. *Frontiers in Veterinary Science*, 4-6.
- SAS, I. I. (2017). *USA*.
- Silva-Riofria, T. (2020). 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. *Universidad de las Américas*, pp. 89.
- Song, J. I., Park, K.-H., Jeon, J. H., Choi, H. L., & Barroga, A. J. (2012). Dynamics of Air Temperature, Velocity and Ammonia Emissions in Enclosed and Conventional Pig Housing Systems. *The Asian Australasian Association of Animal Production Societies*, 5-7.
- Sorensen, J. T., & Schrader, L. (2019). Labelling as a Tool for Improving Animal Welfare—The Pig Case. *Agriculture*, 3-5.

- Sousa dos Santos, L., Pomar, C., Campos, P., Candido da Silva, W., Gobi, J., Veira, A., Zem Fraga, A. & Hauschild, L. (2018). Precision feeding strategy for growing pigs under heat stress conditions.
- Van Den Broeke, A., Aluwé, M., Van Meensel, J. & Millet, S. (2019). The effect of sex and slaughter weight on performance, carcass quality and gross margin, assessed on three commercial pig farms.
- Vermeer, H. M., & Hopster, H. (2018). Operationalizing Principle-Based Standards for Animal Welfare—Indicators for Climate Problems in Pig Houses. *Animals*, 5-9.
- Won Yang, S., Kim, M., Choi, J., Jin, S., Park, M., Song, Y. & Lee, C. (2019). Effects of the plane of nutrition during the latter grower and entire finisher phases on grow-finish pig performance in summer.

**ANEXOS**

# ANEXO 1

## FOTOGRAFÍAS DEL ENSAYO





Enlace de informe de Urkund

<https://secure.urkund.com/old/view/105793375-873763-992755#q1bKLVayio7VUSrOTM/LTMtMTsxLTIWyMqgFAA==>