


Efecto del tratamiento con aspersión de agua controlada por temperatura ambiental sobre la productividad y bienestar animal en cerdos de engorde

Effect of water spray treatment controlled for environmental temperature on productivity and animal welfare in grow-finish pigs

Luis Silva-Riofrío^{1,2} , Oscar Silva-Paredes¹, María Lugo-Almaraz³, Rodrigo Saquicela-Rojas² , Carolina Fonseca-Restrepo⁴  y Francisco Angulo-Cubillán^{5,6*} 

¹Agroindustrial El Mosaico. Los Ríos, Ecuador. ²Universidad UTE, Sede Santo Domingo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias, Grupo de Investigación para la Producción Agropecuaria y Manejo del Medio Ambiente. Santo Domingo, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. ³Clínica Veterinaria del Pacífico. Santo Domingo, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. ⁴Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Zootécnicas, Departamento de Producción Animal. Chone, Ecuador. ⁵Universidad UTE, Sede Santo Domingo, Facultad de Ciencias de la Salud Eugenio Espejo, Grupo de Investigación en Ciencias Veterinarias. Santo Domingo, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. ⁶Universidad del Zulia, Facultad de Ciencias Veterinarias, Departamento de Sanidad Animal. Maracaibo, Zulia, Venezuela.

*Correo electrónico: francisco.angulo@ute.edu.ec

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, los cuales recibieron el uso de aspersión regulado por temperatura ambiental y el grupo control, divididos equitativamente por sexo. Se evaluaron variables productivas (VP) y de bienestar animal (BA). Dentro de las VP se encuentran el peso final, ganancia de peso, ganancia diaria de peso, peso y rendimiento de la canal, y de BA, posición corporal, agresividad e interacción entre individuos y temperatura de la superficie dorsal del animal. Los datos fueron analizados a través del análisis de varianza-covarianza. El tratamiento mostró 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, consumo de agua, posición levantados y agresividad, no mostraron un efecto de la aspersión ($P < 0,05$). El uso de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental es una estrategia favorable para mejorar VP y de BA en cerdos de engorde.

Palabras clave: Cerdos; engorde; aspersión de agua; productividad; bienestar animal

ABSTRACT

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 grow finish phase, an investigation was carried out in a commercial pig farm located in the Province of Los Ríos, Ecuador. Thirty animals were use per treatment, which consisted of the use of spraying regulated by ambient temperature and the control group, equally divided by sex, evaluating productive (PV) and animal welfare (AW) variables. Among the PV are final weight, weight gain, daily weight gain, weight and performance to the carcass, and AW, position, aggressiveness and interaction between individuals and back superficial temperature. The data were analyzed through of variance-covariance analysis. The treatment showed a significant effect ($P < 0.05$) in the carcass weight and sex interaction, in the position, feeding, social interaction and dorsal body temperature. 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 water controlled by environmental temperature is a favorable strategy to improve productive aspects and animal welfare in grow finish-fattening pigs.

Key words: Pigs; fattening; water spray; productivity; animal welfare

INTRODUCCIÓN

La presión social y económica para mejorar el bienestar animal (BA) se ha convertido en una fuerza impulsora cada vez más importante para los cambios en el manejo de las especies de producción [5], donde se presenta el BA como un estado de equilibrio que logra satisfacer las necesidades físicas, ambientales, nutricionales, de comportamiento y sociales de los animales bajo el cuidado o influencia de las personas [8].

Las medidas de manejo que se consideren adecuados para satisfacer las necesidades físicas, ambientales y nutricionales de un animal, podrían no garantizar las necesidades sociales y de comportamiento. Por lo tanto, se debe prestar especial atención a estos factores en la agricultura intensiva. La evaluación del BA se puede realizar en función del animal o de su entorno [8]. El término BA cubre, entre otros, la importancia de la capacidad del animal para mantener el control de la estabilidad mental y corporal en diferentes condiciones ambientales [6].

Los indicadores de BA 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 BA. Las condiciones sociales, higiénicas y micro climáticas inadecuadas, pueden causar dificultades para mantener la estabilidad física y de comportamiento del animal [6].

Prácticas de manejo en la producción porcina (PP) comercial pueden influir en la ingesta de alimento, el crecimiento, el comportamiento y la sensibilidad al estrés de los cerdos (*Sus scrofa domesticus*) [2]. Lo anterior, en la PP genera pérdidas 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 [14].

García-Cortés y col. [4] mostraron, que las temperaturas altas 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 PP [13].

Song y col. [17] 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 en granjas porcinas [7,9].

Los cerdos sometidos a estrés calórico, reducen su ingesta voluntaria de alimento para disminuir la producción de calor corporal y mantener la homeostasis térmica [12]. Los cerdos que están expuestos a una temperatura ambiental que excede su zona termo neutral (35°C), muestran signos marcados de estrés por calor que afectan su consumo voluntario y su tasa de crecimiento [12].

Aunque los cerdos carecen de glándulas sudoríparas funcionales para responder cuando el animal está sometido a temperatura ambiental alta, la tasa de respiración y la evaporación del agua de la

piel mojada se incrementa, ya que la pérdida de calor por evaporación es una de las principales formas para mantener su homeostasis [7,15]. Mejorar la eficiencia de la producción durante la etapa de crecimiento y finalización es crucial, ya que esta etapa es el período con mayores costos en la PP, representando más del 65 % del costo total de producción, y las estrategias que se apliquen para incrementar la eficiencia productiva durante la misma, dará como resultado, incrementos en la rentabilidad del sistema [11].

El uso de tecnologías en las instalaciones destinadas a la PP, 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 BA y producción animal (PA) [9]. 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 [16]. Se hace necesario determinar, si el uso de la aspersión de agua como control del estrés calórico, presenta efectos positivos sobre las VP y BA en sistemas de PP. Por lo anterior se propuso determinar el efecto del uso de aspersión de agua controlada por temperatura ambiental, sobre VP y BA en cerdos en fase de engorde, en la provincia de los Ríos, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aspectos bioéticos

En el desarrollo de esta investigación se tomaron en cuenta los criterios de investigación científica en animales indicados por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (FONDECYT-CONICYT, Chile) [3].

Ubicación del estudio

La investigación se realizó 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, cuyas coordenadas son 0°60' latitud sur y 79°37' longitud Oeste. La temperatura media anual fue de 24,43°C, la humedad relativa 87 % y la precipitación 2.335 milímetros cúbicos (mm³) con un clima húmedo tropical [1].

Diseño experimental

Se estimó el efecto sobre la VP y BA del control de la temperatura ambiental dentro del galpón, a través del uso de aspersión de agua de forma automática, durante cinco minutos cuando dicha temperatura supere los 27°C, en cerdos durante la fase de engorde. Las unidades experimentales consistieron en 30 animales con un promedio de edad y peso de 80 días (d) y 74,66 kilogramos (kg), respectivamente, cuya línea genética es Pic tetrahíbrido (Landrace, York, Pietrain y Duroc), para cada tratamiento, uno con el uso de aspersión de agua y otro control. La población de cerdos incluye hembras y machos equitativamente distribuidos por grupos, donde a los machos se les realizó el manejo de inmunocastración con Improvac® (Zoetis, Argentina). La alimentación de los animales se realizó ofreciendo alimento balanceado comercial, correspondiente a la fase de engorde y agua *ad libitum*. Los galpones presentan un área de 1.540 metros cuadrados (m²), cuya altura es 4,5 m, el área de los corrales 30 m², con ventiladores eléctricos. El sistema de producción consiste en cerdos en fase de finalización.

Las variables independientes fueron el tratamiento (Aspersión versus control) y las variables dependientes: variables productivas, como ganancia de peso final (PF), ganancia de peso (GP), ganancia de peso diaria (GDP), grasa dorsal (GD), peso de la canal (PC) y rendimiento en canal (RC). Las variables dependientes de BA fueron: posición de los animales dentro del corral, comiendo, tomando agua, agresividad y temperatura de la superficie dorsal. Las variables de BA se registraron a las 14:00 horas (h), todos los 49 d de la experimentación.

Toma de datos

VARIABLES DEPENDIENTES

- ▶ Ganancia de peso total y diario: El peso de los cerdos se registró por medio de una balanza electrónica (BHC 800 M, Argentina), la cual expresa sus resultados en kg. La ganancia del peso total es la diferencia entre el peso final menos el peso inicial. La GDP fue calculada, dividiendo la ganancia de peso total entre los d del experimento.
- ▶ Rendimiento en canal: Fue calculado dividiendo el peso en kg de la canal, entre el peso vivo en kg previo al sacrificio, de cinco animales específicos por corral.
- ▶ Mortalidad: Se registró en un formato diseñado para tal fin y calculado al final del experimento, expresándose en porcentaje.
- ▶ Posición: Se registró si los animales están de pie, sentados o acostados en el corral.
- ▶ Alimentación: Se observó 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 individuos, cómo mordeduras o empujones.
- ▶ Temperatura dorsal (TD): Se tomó la temperatura de la región del dorso a nivel de la cruz del animal, a través de Termómetro Infrarrojo Digital sin contacto BerrcomJXB-178 (China). El registro de la TD se realizó en grados Celsius (°C).

Las variables del BA se expresaron en número total de animales, a excepción de la TD.

ANÁLISIS DE DATOS

Los datos fueron analizados a través de estadísticos simples. El efecto de la variable independiente sobre las dependientes se realizó a través de un análisis de varianza-covarianza, con el uso de un modelo aditivo lineal expresado de la forma siguiente:

$$\text{Variable dependiente} = \mu + T + \epsilon$$

Donde μ es una constante, T es el tratamiento de aspersión de agua versus control y ϵ es el error experimental.

En el caso de las variables de ganancia de peso, se tomó como covariable el peso inicial:

$$\text{Variable dependiente} = \mu + T + \text{PI} + \epsilon$$

Donde PI es la covariable de peso inicial. Los análisis estadísticos serán realizados a través del programa SAS Institute Inc. [19].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar el efecto del uso de aspersión de agua controlado por temperatura ambiental, sobre las VP y BA en cerdos en fase de engorde, se observó lo siguiente:

Previo al inicio de la investigación, se determinó la temperatura ambiental diurna cada h, desde las 7:00 am hasta las 4:00 pm, donde la temperatura más elevada se observó a las 2:00 pm, con valor de 27,75°C; la temperatura mínima fue 24,76°C, observada a las 7:00 am. La temperatura ambiental diaria durante el desarrollo de la investigación y registrada a las 14:00 h, su valor mínimo fue 25,68°C y la máxima de 32,86°C; el 04 de febrero y el 13 de febrero del 2021, respectivamente.

VARIABLES PRODUCTIVAS

Al inicio del ensayo se realizó el pesaje de los animales para obtener el peso inicial (I) 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 I). El promedio de pesos finales (PF) para ambos grupos fueron 139,80 y 136,95 kg, para el grupo tratado con aspersión y el control, respectivamente, sin mostrar diferencias significativas (P>0,05). En la TABLA I se registran las GP en promedio \pm error estándar (EE), de los animales tratados con aspersión de agua 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 un efecto significativo favorable al grupo tratado con aspersión (P>0,05). En la GDP, se aprecia también una tendencia a favor del grupo tratado con aspersión frente al control, registrando 1,32 y 1,28 kg, respectivamente, sin mostrar diferencias significativas (P>0,05)(TABLA I).

La GP presentó un efecto favorable del uso del tratamiento con aspersión, aunque los valores fueron menores a los obtenidos por Rauw y col. [14], los cuales obtuvieron una GP de 41,26 kg, aunque el tiempo medido fue de 6 semanas. Won Yang y col. [22] obtuvieron GDP de 906 gramos (g), valor inferior obtenido por esta investigación, lo cual pudiera ser probable debido a las diferentes razas utilizadas. Otros autores observaron, que el uso de medidas frente al estrés

TABLA I

VARIABLES PRODUCTIVAS SEGÚN EL TRATAMIENTO DE ASPERSIÓN DE AGUA CONTROLADA POR TEMPERATURA AMBIENTAL EN CERDOS DE ENGORDE

Trat	PI	PF	GP	GDP	GD (mm)	PC (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

Trat: Tratamiento, PI: Peso inicial, PF: Peso final, GP: Ganancia de peso, GDP: Ganancia diaria de peso, GD: Grasa dorsal, PC: Peso de la canal, RC: Rendimiento en canal. Letras diferentes en la misma columna, indican diferencia significativa (P<0,05)

calórico como la ventilación y aspersión para promover una temperatura ambiental óptima que favorezca la GP en diferentes estados de producción [7, 9, 10], indicando que al reducir el estrés calórico a través de estos equipos [7], se mejora el consumo en los animales, alcanzando mayores pesos [14].

En el caso de los cerdos bajo estrés calórico, baja el consumo de alimento con un efecto curvilíneo [4], como una manera de reducir la generación de calor interno, para compensar el incremento de la temperatura corporal [3, 14, 15, 21], generando tasas de crecimiento más lentas [4], debido a la reducción de la ingesta voluntaria de balanceado, la cual oscila entre un 20 y un 40 %, cuando se compra con cerdos en temperatura confort [12, 18]. En esta investigación sólo se observó diferencias significativas entre los grupos tratados con aspersión y control en la GP, sugiriendo que el tiempo de valoración de la fase de finalización del engorde de cerdos y del ensayo, no fue suficiente para detectar significancia, aunque si una tendencia en otras VP estudiadas.

En la TABLA I 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 aspersión y el segundo es del control, dando una diferencia entre grupos de 0,77 mm, mostrando una tendencia mayor en el grupo tratado con aspersión ($P>0,05$). Las hembras del grupo de aspersión tuvieron mayor cantidad de grasa que las del grupo control ($P<0,05$).

En la variable de la GD no se presentó diferencias significativas en el uso de la aspersión, aunque se puede visualizar un ligero aumento en los animales con aspersión. En los 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 GD por parte de las primeras [20].

El promedio de los PC para ambos grupos fue de 113,11 kg para el grupo tratado con aspersión y de 108,77 kg para el control, mostrando una diferencia de 4,34 kg entre grupos, observándose una tendencia mayor del PC de los animales del grupo tratado con aspersión ($P=0,08$) (TABLA I). De acuerdo al sexo, el PC igualmente tuvo una tendencia a favor de los machos ($P=0,07$). Cuando se analizó la interrelación tratamiento x sexo, las hembras del grupo control mostraron pesos inferiores que machos y hembras del grupo tratado y que los machos del grupo control ($P<0,05$).

Se registran porcentajes de RC 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 I, dando una diferencia

de 1,32 % entre tratamientos a favor del grupo tratado con aspersión, sin mostrar diferencias significativas ($P>0,05$).

El RC no evidencia diferencia entre los dos tratamientos, corroborando estos resultados en el caso del PC, 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 RC, donde ambos sexos de ambos tratamientos mostraron resultados similares. Van den Broeke y col. [20] reportaron valores de RC de 78 %, ya que las hembras al consumir más alimento aumentaron la tasa de deposición de grasa a nivel de los tejidos, lo cual incrementa el peso y rendimiento a la canal.

Los resultados mostrados en las variables productivas de acuerdo con el sexo (TABLA II), se observa que los datos son similares a los generales mostrados en la TABLA I, 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.

El porcentaje de mortalidad y descartes de animales durante el ensayo fue muy bajo, 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 ($P>0,05$).

VARIABLES DE BA

Los promedios de la posición de los animales, medidos en porcentaje y observada una vez al d durante el tiempo del ensayo, se muestra en la TABLA III, 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 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 IV), las hembras del grupo control se diferenciaron ($P<0,05$) de los machos del grupo

TABLA II
Variables productivas según el tratamiento de aspersión de agua controlada por la temperatura ambiental en cerdos de engorde de acuerdo al sexo

Trat	Sexo	PI	PF	GP	GDP	GD (mm)	PC (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

Trat: Tratamiento, PI: Peso inicial, PF: Peso final, GP: Ganancia de peso, GDP: Ganancia diaria de peso, GD: Grasa dorsal, PC: Peso de la canal, RC: Rendimiento en canal. Letras diferentes en la misma columna, indican diferencia significativa ($P<0,05$)

TABLA III
Comportamiento posicional de cerdos de engorde de acuerdo al tratamiento 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 en la misma columna, indican diferencia significativa (P<0,05)

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 mostró un efecto sobre el porcentaje de animales acostados (P<0,05) observándose un mayor porcentaje en los machos (TABLA IV), 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 IV
Comportamiento posicional de cerdos de engorde de acuerdo al tratamiento 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 en la misma columna, indica diferencia significativa (P<0,05)

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 tratando de disipar el calor corporal para el mantenimiento de su homeostasis [6, 12].

Los porcentajes de animales encontrados comiendo y bebiendo al momento de la observación de estas variables se muestran en la TABLA V, donde se aprecia que el porcentaje de animales que se encontraban comiendo fue de 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 VI). Sin embargo, en la variable porcentaje de animales comiendo los animales tratados con aspersión mostraron el valor mayor (P<0,05). El sexo no presentó ningún efecto, pero en la interacción tratamiento*sexo, las

TABLA V
Comportamiento alimenticio de cerdos de engorde de acuerdo al tratamiento 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

Trat: Tratamiento. Letras diferentes en la misma columna, indican diferencia significativa (P<0,05)

TABLA VI
Comportamiento alimenticio de cerdos de engorde de acuerdo al tratamiento de aspersión de agua controlada por temperatura ambiental, según el 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

Trat: Tratamiento. Letras diferentes en la misma columna, indican diferencia significativa (P<0,05)

hembras del grupo control mostraron el menor valor de porcentajes de animales comiendo.

El uso de aspersión de agua controlada por temperatura ambiental, mejoró 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 [7, 14, 18], lo cual podría afectar la salud y productividad del animal [4].

TABLA VII
Comportamiento Social de cerdos de engorde de acuerdo al tratamiento de aspersión de agua controlada por temperatura ambiental

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

Trat: Tratamientos. Letras diferentes en la misma columna, indican diferencias significativas (P<0,05)

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 VII).

Respecto al sexo de los animales experimentales, los resultados fueron similares a los generales (P>0,05)(TABLA VIII). En el caso de 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 ($P < 0,05$).

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 comportamiento agresivo 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 [21], el cual no fue controlado por la aspersión en esta investigación.

TABLA VIII
Comportamiento Social de cerdos de engorde de acuerdo al tratamiento de aspersión de agua controlada por temperatura ambiental, según el 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

Trat: Tratamiento. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$)

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 IX.

TABLA IX
Temperatura de la superficie dorsal de cerdos de engorde según el tratamiento de aspersión de agua controlada por temperatura ambiental

Trat	Temperatura corporal
1	28,82 a
2	33,53 b

Trat: Tratamiento. Letras diferentes indican, diferencia significativa ($P < 0,05$)

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 X).

La aspersión de agua controlada por temperatura ambiental, afecta la temperatura corporal medida a nivel 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 [7]. Al elevarse la temperatura, aumenta la pérdida de calor por conducción, evitan 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 [21].

TABLA X
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

Trat: Tratamiento. Letras diferentes indican, diferencia significativas ($P < 0,05$)

CONCLUSIONES

El uso de aspersión es una estrategia favorable para mejorar aspectos VP y de BA en cerdos de engorde. Existió un efecto favorable en los animales del grupo tratado sobre la GP y el incremento del PC en hembras. El uso de aspersión de agua, redujo la temperatura de la superficie dorsal de los animales y mejoró el porcentaje de animales que se encontraban comiendo y/o descansando, en los momentos de observación.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de la aspersión de agua con rociadores elevados, controlada por temperatura ambiental, para reducir el estrés calórico y mejorar el consumo en sistemas de producción de cerdos de engorde en climas tropicales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a Agroindustrial El Mosaico, Universidad UTE, Universidad del Zulia y Universidad Técnica de Manabí, por el cofinanciamiento de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BARROS, J.; TRONCOSO, A. Introducción, conceptos y objetivos. **Atlas Climatológico del Ecuador**. Escuela Politécnica Nacional, Quito. 153 pp. 2010.
- [2] CANDIANI, D.; SALAMANO, G.; MELLIA, E.; DOGLIONE, L.; BRUNO, R.; TOUSSAINT, M.; GRUYS, E. A Combination of Behavioral and Physiological Indicators for Assessing Pig Welfare on the Farm. **J. Appl. Anim. Welfare. Sci.** 11: 1-13. 2008.

- [3] COMISIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA (FONDECYT-CONICYT). Aspectos bioéticos del uso de animales de experimentación en investigación científica. **Aspectos Bioéticos de la experimentación animal**. Editorial Andros Impresores, Santiago de Chile. 140 pp. 2009.
- [4] GARCÍA-CORTÉS, L.A.; GOMEZ-RAYA, L.; RAUW, W.M.; PEÑA, E.D.; CIRUELOS, J.; IZQUIERDO, E. Impact of environmental temperature on production traits in pigs. **Scientif. Rep.** 10(1): 2106. 2020.
- [5] GIBSON, T.; JACKSON, E. The economics of animal welfare. **Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.** 36(1): 125-135. 2017.
- [6] GODYN, D.; HERBUT, P.; ANGRECKA, S.; VIEIRA, F. M. Use of Different Cooling Methods in Pig Facilities to Alleviate the Effects of Heat Stress—A Review. **Anim.** 10(9): 1459-1473. 2020.
- [7] GODYN, D.; NOWICKI, J.; HERBUT, P. Effects of Environmental Enrichment on Pig Welfare. **Anim.** 9: 383-400. 2019.
- [8] JÄÄSKELÄINEN, T.; KAUPPINEN, T.; VESALA, K.; VALROS, A. Relationships between pig welfare, productivity and farmer dispositions. **Anim. Welfare.** 23: 435-443. 2014.
- [9] KPODO, K.R.; DUTTLINGER, A.D.; JOHNSON, J.S. Effects of pen location on thermoregulation and growth performance in grow-finish pigs during late summer. **Transl. Anim. Sci.** 3: 1375-1382. 2019.
- [10] LARSEN, M.L.; BERTELSEN, M.; PEDERSEN, L.J. Review: Factor affecting fouling in conventional pens for slaughter pigs. **Anim.** 12(2): 322-328. 2018.
- [11] MONTORO, J.C.; MANZANILLA, E.G.; SOLA-ORIO, D.; MUNS, R.; GASA, J.; CLEAR, O.; DÍAZ, J.A. Predicting Productive Performance in Grow-Finisher Pigs Using Birth and Weaning Body Weight. **Anim.** 10: 1-13. 2020.
- [12] MORALES, A.; CHÁVEZ, M.; VÁSQUEZ, N.; HTOO, J. K.; BUENABAD, L.; ESPINOZA, S.; CERVANTES, M. Increased dietary protein or free amino acids supply for heat stress pigs: effect on performance and carcass traits. **J. Anim. Sci.** 96: 1419-1429. 2018.
- [13] MUTUA, J.Y.; MARSHALL, K.; PAUL, B.K.; NOTENBAERT, A.M. A methodology for mapping current and future heat stress risk in pigs. **Anim.** 14(9): 1952-1960. 2020.
- [14] RAUW, W.M.; PEÑA, E.D.; GOMEZ-RAYA, L.; CORTÉS, L.; CIRUELOS, J.J.; IZQUIERDO, E. Impact of environmental temperature on production traits in pigs. **Sci. Rep.** 10: 2106. 2020.
- [15] RIOJA-LANG, F.C.; BROWN, J.A.; BROCKHOFF, E.J.; FAUCITANO, L. A Review of Swine Transportation Research on Priority Welfare Issues: A Canadian Perspective. **Front. Vet. Sci.** 6: 1-12. 2019.
- [16] SILVA-RIOFRÍA, T. 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. Tesis de Grado. 89 pp. 2020.
- [17] SONG, J.I.; PARK, K.H.; JEON, J.H.; CHOI, H.L.; BARROGA, A.J. Dynamics of Air Temperature, Velocity and Ammonia Emissions in Enclosed and Conventional Pig Housing Systems. **Asian-Australas. J. Anim. Sci.** 26(3): 433-442. 2013.
- [18] SOUSA DOS SANTOS, L.; POMAR, C.; CAMPOS, P.; CANDIDO DA SILVA, W.; GOBI, J.; VEIRA, A.; ZEM-FRAGA, A.; HAUSCHILD, L. Precision feeding strategy for growing pigs under heat stress conditions. **J. Anim. Sci.** 96(11): 4789-4801. 2018.
- [19] STATISTIC ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). Cary, NC 27513, USA. Version 6. 1996.
- [20] VAN DEN BROEKE, A.; ALUWÉ, M.; VAN MEENSEL, J.; MILLET, S. The effect of sex and slaughter weight on performance, carcass quality and gross margin, assessed on three commercial pig farms. **Anim.** 14(7): 1546-1554. 2020.
- [21] VERMEER, H. M.; HOPSTER, H. Operationalizing principle-based standards for animal welfare-Indicators for climate problems in pig houses. **Anim.** 8: 1-15. 2018.
- [22] WON, Y.S.; HYEON, K.M.; JUNG-SEOK, C.; SANG-KEUN, J.; MAN-YONG, P.; CHUL, Y.L. Effects of the plane of nutrition during the latter grower and entire finisher phases on grow-finish pig performance in summer. **J. Anim. Sci. Technol.** 61(1): 10-17. 2019.