



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**EFFECTOS DE LA CALIDAD DE LA RELACIÓN HUMANO-
ANIMAL SOBRE LA RESPUESTA CONDUCTUAL Y CARDÍACA
DE CERDOS DE RECRÍA EVALUADOS EN UN AMBIENTE NO
FAMILIAR**

Belén Millaray Zuleta Rodríguez

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal

PROFESORA GUÍA: Dra. DANIELA LUNA FERNÁNDEZ

Universidad de Chile

FONDECYT 11220280

SANTIAGO, CHILE
2023



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

EFFECTOS DE LA CALIDAD DE LA RELACIÓN HUMANO-ANIMAL SOBRE LA RESPUESTA CONDUCTUAL Y CARDÍACA DE CERDOS DE RECRÍA EVALUADOS EN UN AMBIENTE NO FAMILIAR

Belén Millaray Zuleta Rodríguez

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal

NOTA FINAL:

		Nota	Firma
Profesora guía:	Daniela Luna Fernández
Profesor corrector:	Sergio Guzmán Pino
Profesor corrector:	Rigoberto Solís Muñoz

AGRADECIMIENTOS

Culminando este proceso quiero agradecer, en primera instancia, a mi madre, padre, y hermanos, quienes estuvieron a mi lado incondicionalmente durante cada escalón de mi proceso educativo, felicitándome en los progresos y apoyándome en los tropiezos.

También agradecer a mis abuelos, Tata, Nina y Nice, quienes siempre demostraron interés por mi educación, y que, desde hace algunos años, me han acompañado desde otro plano, mirándome de seguro, rebosados de orgullo.

A Missifú, Upi, Tigre, Cariñosa, Kay, Mimí, Chico y Reco, que mientras estuvieron físicamente en mi vida, me entregaron amor y contención, y que luego de abandonar la vida terrenal, siguieron inspirándome y acompañándome en todo momento, pudiendo sentir su presencia como una llamita de amor dentro de mi corazón.

A Risa, Mendi, Chupi, Morrito, Suyai, Queli y Negrita, por calmarme en momentos en los que me sentí agobiada durante este proceso, entregándome su compañía, su calor en noches frías y su amor día a día.

A mis amigas Belén, Coni y Yeri, que, desde mechonas hasta colegas, hemos forjado una amistad sincera, compartiendo alegrías, conocimientos, aventuras y sueños. También a Nati, quien, desde aquella práctica en Linares, ha sido un gran apoyo en momentos de angustia, y con quien he vivido instantes de gran conexión, sincronizando lágrimas, risas, lágrimas de risa y más.

A mis amigas May, que, desde la enseñanza básica, Mari y Pachi, desde el liceo, han sido parte de mi crecimiento personal, siendo un apoyo incondicional durante cada etapa de vida.

A la Dra. Daniela Luna, que, identificando mis debilidades y fortalezas, supo guiarme de la mejor manera.

A las 36 cerditas, por haber sido parte de este proyecto, en pos del Bienestar Animal.

A Cata, Ara y Rocío, por la dedicación y compromiso en el cuidado de las niñas. También a Felipe, que, junto con el equipo, me escucharon y aconsejaron durante este trayecto.

A ustedes, mil gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
Bienestar animal y relación humano-animal.....	3
Indicadores utilizados en la evaluación de la calidad de la relación humano-cerdo.....	4
<i>Conductuales</i>	4
<i>Fisiológicos</i>	4
Pruebas de evaluación de la calidad de la relación humano-cerdo	5
HIPÓTESIS.....	8
OBJETIVO GENERAL	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS	9
Animales y condiciones de alojamiento.....	9
Aplicación de los tratamientos.....	10
Prueba de relación humano-animal en arena experimental.....	12
<i>Mediciones conductuales</i>	14
<i>Medición de la actividad cardíaca</i>	15
<i>Análisis estadístico</i>	17
RESULTADOS	18
DISCUSIÓN... ..	27
CONCLUSIÓN	40
BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nro. 1. Calendario del experimento.	10
Tabla Nro. 2. Observaciones de comportamiento evaluadas en cada fase de la prueba en arena experimental (ambiente no familiar).	15
Tabla Nro. 3. Parámetros de la VFC utilizados para evaluar el efecto de la RHA sobre la respuesta del estrés y estados afectivos en cerdos de recría.	16
Tabla Nro. 4. Respuesta conductual de las cerdas, según tratamiento, durante la prueba en arena experimental.	19
Tabla Nro. 5. Resultados de los parámetros de la variabilidad de la frecuencia cardíaca de las cerdas, según tratamiento durante la prueba en arena experimental.	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nro. 1. Imagen referencial de cada una de las fases evaluadas en la prueba en arena experimental.	13
Figura Nro. 2. Curva de sobrevivencia de las latencias de las cerdas al entrar al área alrededor de la operaria (a) y al entrar en contacto físico con la operaria (b) durante la fase 2 de la prueba en arena experimental.	20
Figura Nro. 3. Curva de sobrevivencia de las latencias de las cerdas al entrar al área alrededor de la operaria (a) y al entrar en contacto físico con la operaria (b) durante la fase 3 de la prueba en arena experimental.	22

RESUMEN

En las últimas décadas la relación humano-animal ha adquirido una gran relevancia para abordar el Bienestar Animal en especies comerciales. Realizar manejos gentiles a los cerdos en condiciones de crianza, como entregarles caricias por parte de un operario, ha reducido el miedo de los animales hacia los humanos, observándose, por ejemplo, en la facilidad de manejo y disposición de acercamiento. Por el contrario, se ha evidenciado que manejos aversivos hacia los cerdos inducen respuestas de miedo y estrés en los animales. Este estudio comparó los efectos conductuales y fisiológicos de una Relación Humano-Animal de diferente calidad (positiva y negativa) mediante la utilización de 36 cerdas de recría, las cuales fueron sometidas a diferentes tratamientos de manejo humano: positivo (n=12), mínimo (n=12) y negativo (n=12), durante un periodo de 6 semanas y 3 días. Cada tratamiento fue asignado a una operaria exclusiva que estuvo encargada de realizar las labores de rutina e implementar los manejos correspondientes. Una vez finalizado este periodo, las cerdas fueron evaluadas individualmente en una arena experimental en donde se estudió la respuesta conductual y fisiológica de los animales frente a la presencia de su operaria. Esta prueba constó de cuatro fases: habituación, fase de humano estacionario erguido, fase de humano estacionario sentado y fase de interacción forzada. Al comparar el comportamiento de las cerdas sometidas a manejos positivos y negativos frente a la presencia de la operaria, se observaron mayores conductas asociadas al miedo en aquellas que experimentaron manejos negativos ($p < 0,05$). Por ejemplo, mientras la operaria permanecía sentada e inmóvil, las cerdas expuestas a manejos negativos permanecieron un menor tiempo en contacto con la operaria ($p = 0,020$) y aceptaron un menor porcentaje de caricias ($p < 0,001$) en comparación con las cerdas del manejo positivo. Además, presentaron una mayor respuesta fisiológica de estrés, evidenciada por mayores valores en la relación LF/HF ($p = 0,006$) y menores valores de entropía muestral ($p = 0,022$). Por el contrario, las cerdas que fueron sometidas a manejos gentiles mostraron conductas afiliativas con la operaria, como encaramarse sobre ella y recibir casi la totalidad de las caricias (sobre un 94%). Además, en comparación con las cerdas de manejo negativo, presentaron una mayor activación parasimpática, observado en mayores niveles de RMSSD ($p = 0,023$) y RMSSD/SDNN ($p < 0,001$), lo que, al analizarlo en conjunto con su respuesta conductual, indicó un estado emocional positivo. En relación con las cerdas que fueron sometidas solo a manejos de rutina, se observó que éstas

presentaron una respuesta conductual similar a las cerdas del manejo positivo. Sin embargo, la respuesta fisiológica de los animales demostró que la interacción con el humano era más gratificante para aquellas que recibieron un trato gentil. Considerando lo expuesto anteriormente, podemos concluir que la relación humano-animal puede afectar el estado emocional de los cerdos, evidenciándose tanto en su respuesta conductual como cardíaca. De esta forma, la calidad de la relación humano-animal puede repercutir directamente en el bienestar de los cerdos.

Palabras claves: Bienestar animal, cerdos, conducta animal, emoción, relación humano – animal, variabilidad de la frecuencia cardíaca.

ABSTRACT

In recent decades, the human-animal relationship has acquired great relevance in addressing Animal Welfare in commercial species. Engaging in gentle handling practices with pigs during rearing conditions, such as providing them with gentle interactions from a stockperson, has reduced the animals' fear of humans as observed in their ease of handling and willingness to approach the human. Conversely, it has been shown that aversive handling of pigs induces fear and stress responses. This study compared the behavioral and physiological effects of a human-animal relationship of different quality (positive and negative) using 36 nursery pigs, which were subjected to different human handling: positive (n=12), minimal (n=12), and negative (n=12), over a period of 6 weeks and 3 days. Each treatment was assigned to an exclusive stockperson responsible for routine practices and implementing the corresponding handling. After this period, the pigs were individually evaluated in an experimental arena, where their behavioral and physiological responses to the presence of their stockperson were studied. This test consisted of four phases: habituation, upright stationary human phase, sitting stationary human phase, and forced interaction phase. When comparing the behavior of pigs subjected to positive and negative handling in the presence of the stockperson, greater fear-related behaviors were observed in those that experienced negative handling ($p < 0.05$). For instance, while the stockperson remained seated and motionless, pigs exposed to negative handling spent less time in contact with the stockperson ($p = 0.020$) and accepted a lower percentage of strokes ($p < 0.001$) compared to the pigs from the positive handling group. Additionally, they exhibited a higher physiological stress response, indicated by higher LF/HF ratio values ($p = 0.006$) and lower sample entropy values ($p = 0.022$). Conversely, pigs subjected to gentle handling displayed clear affiliative behaviors with the stockperson, such as climbing on her and accepting almost all the strokes (about 94%). Furthermore, compared to negatively handled pigs, they showed a greater parasympathetic activation, evidenced by higher RMSSD ($p = 0.023$) and RMSSD/SDNN ($p < 0.001$) values. The data was analyzed in conjunction with their behavioral response, indicating positive emotional state. Concerning the pigs subjected to routine handling, it was observed that they exhibited a similar behavioral response to pigs from positive handling; however, the physiological response of the animals demonstrated that the interaction with humans was more rewarding for those who received gentle treatment. Considering the above,

it can be concluded that the human-animal relationship can affect the emotional state of pigs, as evidenced in both their behavioral and cardiac responses. In this way, the quality of the human-animal relationship can directly impact the welfare of pigs.

Keywords: Animal behavior, animal welfare, emotion, heart rate variability, human–animal relationship, pigs.

INTRODUCCIÓN

Con el transcurso de los años ha existido un aumento en la preocupación de los consumidores de carne animal con respecto al bienestar de los animales. En un estudio reciente realizado en países de Latinoamérica, incluyendo Chile, los consumidores manifestaron que se requiere de una nueva legislación sobre bienestar animal para animales de granja. También están de acuerdo con que los animales criados en sistemas intensivos deben estar libres de experimentar miedo y angustia, además de poder expresar el comportamiento natural de su especie (Estévez-moreno *et al.*, 2022). En relación con la industria porcina, Sato *et al.* (2017) realizaron una encuesta en la cual se les consultó a ciudadanos estadounidenses cómo debía ser una granja porcina ideal. El 74% de los encuestados hizo referencia al bienestar animal cuando mencionaban, por ejemplo, la importancia de que los cerdos tuviesen espacio para moverse, contacto con el exterior o con la naturaleza y ausencia de dolor, sufrimiento y maltrato. Ambos estudios evidencian la importancia que tiene para los consumidores el producir alimentos de origen animal considerando altos estándares de bienestar animal.

Para la evaluación del bienestar en animales de granja, se puede utilizar el modelo de los cinco dominios del bienestar, el cual contempla la nutrición, el ambiente físico, la salud, las interacciones de comportamiento y el estado mental de los animales (Mellor *et al.*, 2020). Recientemente la relación humano-animal (RHA) ha sido una de las dimensiones incorporadas dentro del modelo de los cinco dominios (Mellor *et al.*, 2020), la cual para Waiblinger *et al.* (2006) se puede entender como el grado de relación o distancia entre el animal y el humano, es decir, la percepción mutua que se desarrolla y se expresa en el comportamiento. Además, lo consideran un proceso dinámico en el cual las interacciones previas entre el animal y los humanos son capaces de predecir interacciones futuras.

Numerosos estudios han demostrado que existe una intrínseca relación entre las actitudes y el comportamiento del ganadero con las respuestas de miedo y afinidad de los cerdos hacia los humanos, el bienestar y la productividad de los animales. La naturaleza de la RHA se puede clasificar en positiva o negativa (Waiblinger *et al.*, 2006). Dentro de las interacciones positivas que se les puede proporcionar a los cerdos, se encuentran los estímulos táctiles positivos (caricias o cepillado), hablarles con un voz suave y gentil, o entregarles un alimento palatable de recompensa (Luna *et al.*, 2021). Se ha reportado que cerdos manejados

positivamente por el humano, tienen un mejor rendimiento productivo y reproductivo, tales como una mayor tasa de crecimiento (Hemsworth *et al.*, 1981), mayor tasa de parto y número de lechones por camadas por cerda al año (Hemsworth *et al.*, 1989). Por el contrario, golpes, movimientos bruscos y repentinos o gritos son considerados interacciones negativas capaces de desencadenar una respuesta de miedo y estrés agudo y/o crónico en los animales, conduciendo a un bienestar deficiente y a menores rendimientos productivos como, por ejemplo, una menor ganancia diaria de peso y menor tasa de crecimiento (Hemsworth *et al.*, 1981; Hemsworth y Coleman, 2011). Brajon *et al.* (2015b), estudió la respuesta cognitiva de lechones a través de una prueba de sesgo de juicio, la cual involucra procesos como la atención, la memoria y la percepción, y reportó que lechones que fueron sometidos a interacciones suaves por parte de una operaria indujeron estados emocionales más positivos y un juicio más optimista en comparación con lechones que recibieron tratos bruscos, demostrando que las interacciones de los humanos con los cerdos, pueden afectar el estado emocional de éstos.

Para evaluar la calidad de la relación humano-cerdo se pueden utilizar distintos tipos de indicadores conductuales y fisiológicos. Por ejemplo, desde el punto de vista conductual se destaca la latencia para acercarse al humano y el tiempo que pasan cerca de él (Waiblinger *et al.*, 2006). Dentro de los parámetros fisiológicos, la frecuencia cardíaca (FC) y variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) han sido utilizadas como indicadores no invasivos para medir el estado afectivo de los animales, el cual puede tener una valencia positiva o negativa según la naturaleza de la relación humano-animal (Luna *et al.*, 2021).

Varios estudios han utilizado indicadores conductuales para evaluar los efectos de una relación humano-cerdo de naturaleza positiva y negativa. Sin embargo, a la fecha no existen estudios que evalúen la respuesta conductual en conjunto con la VFC como un indicador de emoción en cerdos sometidos a un manejo humano de naturaleza negativa. Por tal motivo, el objetivo de esta memoria es determinar los efectos a largo plazo del manejo humano de diferente calidad (positiva, negativa y mínimo contacto con el humano) sobre la respuesta conductual y cardíaca de cerdos de cría confrontados al humano en un ambiente no familiar.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Bienestar animal y relación humano-animal

La Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), define el bienestar animal como: “*el estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive y muere*”, además lo considera un tema complejo y multifacético que incluye dimensiones científicas, éticas, económicas, culturales, sociales, religiosas e incluso políticas. Por su parte, Fraser et al. (1997) proponen que el bienestar animal debe abordarse desde tres preocupaciones éticas: la expresión de una vida natural, los sentimientos o emociones y el funcionamiento biológico de los animales, haciendo referencia a la conducta, el estado afectivo y la salud de los animales respectivamente, y que en su conjunto definen la ciencia del bienestar animal.

En 1994, Mellor y Reid propusieron el modelo de los cinco dominios del bienestar animal, el cual ha sido comúnmente utilizado para elaborar protocolos de evaluación del bienestar de los animales de granja. Con el paso de los años, el modelo ha sido continuamente actualizado, y en su más reciente actualización menciona concretamente la RHA para incluirla en el cuarto dominio, correspondiente a las interacciones conductuales (Mellor *et al.*, 2020). Esta modificación enfatiza la importancia que tiene incorporar la evaluación de la calidad de la RHA en los protocolos de valorización del bienestar animal.

La RHA puede categorizarse según su naturaleza, como positiva o negativa. Una RHA de naturaleza positiva puede evidenciarse cuando un animal muestra voluntad de acercarse al humano, y demuestra signos conductuales y fisiológicos asociados al placer y/o relajación durante la interacción con éste (Rault *et al.*, 2020). En un estudio reciente realizado por Pol et al. (2021), se analizó la importancia que le otorgaban los ganaderos a la RHA y los efectos en los animales. Este estudio concluyó que en las granjas donde la RHA resultó ser fundamental para los trabajadores, hubo contacto físico a diario de los trabajadores con los animales, lo que dio como resultado cerdas más confiadas, es decir, expresaban menores conductas asociadas al miedo hacia los humanos. Asimismo, las cerdas pertenecientes a estas granjas produjeron un mayor número total de lechones nacidos vivos y destetados al año. Por el contrario, en una RHA de naturaleza negativa los animales mostrarán reacciones conductuales asociadas al miedo, como por ejemplo evitar acercarse al humano (Waiblinger *et al.*, 2006). Hemsworth et al. (1981) encontraron menores tasas de crecimiento y mayores

niveles de estrés agudo y crónico en un grupo de cerdas en respuesta a manejos desagradables, en comparación con el grupo de manejos considerados positivos. Por consiguiente, el miedo y estrés en respuesta a la RHA de naturaleza negativa compromete el bienestar animal, la productividad y el rendimiento reproductivo al desencadenar respuestas asociadas al estrés agudo o crónico (Hemsworth *et al.*, 1981).

Indicadores utilizados en la evaluación de la calidad de la relación humano-cerdo

Conductuales

Una RHA positiva puede verse reflejada en una respuesta conductual de comodidad y calma en los animales frente a las personas y una mayor disposición de acercamiento y facilidad de manejo (Waiblinger *et al.*, 2006). Los cerdos son animales sensibles a las interacciones táctiles, tanto positivas como negativas. Estudios en cerdos han demostrado que estas interacciones pueden repercutir considerablemente en el nivel de afinidad y/o miedo de los animales hacia los humanos. Por ejemplo, Tallet *et al.* (2014) reportaron que manipular regularmente de forma positiva a los cerdos mediante interacciones táctiles suaves, como acariciarlos con la palma de la mano y rascarlos con los dedos a lo largo del cuerpo mientras se les hablaba de forma gentil, 2 veces al día por un periodo de 3 semanas, resultó en cerdos que exhibieron una mayor disposición para acercarse al experimentador. Por el contrario, los cerdos que recibieron un mínimo contacto con el humano mostraron un menor contacto físico con el experimentador y una menor disposición para acercarse a este, lo que podría ser interpretado como una respuesta asociada al miedo hacia el humano.

Fisiológicos

La RHA también tiene efectos a nivel fisiológico, por ejemplo, cuando un animal se siente amenazado, como consecuencia de haber experimentado una RHA de naturaleza negativa, el sistema nervioso autónomo (SNA) actuará en respuesta al estrés, con un predominio de la rama simpática lo que afectará a diferentes sistemas biológicos, como por ejemplo, el sistema cardiovascular, el sistema gastrointestinal, a las glándulas exocrinas y a la médula suprarrenal, teniendo como resultado cambios en la frecuencia cardíaca, presión arterial y en la actividad gastrointestinal (Moberg, 2000; von Borell *et al.*, 2007). En relación con la actividad cardíaca, regulada por el SNA, se ha descrito que, en condiciones de calma, existe

un predominio de la rama parasimpática, en el cual los intervalos de tiempo entre latidos cardíacos sucesivos no tienen la misma duración. Por el contrario, frente a una amenaza o estresor se activa el sistema nervioso simpático, aumentando así la frecuencia cardíaca, existiendo latidos cardíacos más regulares, lo que conlleva a una menor variabilidad de la frecuencia cardíaca (Sayers, 1973). La actividad cardíaca medida a través de cambios en la FC y VFC, entregan información valiosa sobre el funcionamiento del SNA (Marchant-Forde *et al.*, 2004), es por ello que se han utilizado comúnmente para la evaluación de estrés, emoción y bienestar en animales de granja (von Borell *et al.*, 2007). Algunos investigadores han elegido la medición de estos parámetros por su naturaleza no invasiva, ya que los datos pueden ser obtenidos mediante la utilización de un monitor cardíaco, compuesto por una banda elástica con electrodos incorporados que registran la actividad de las ramas simpática y parasimpática, esta información queda almacenada en un reloj de pulsera para luego transferir los datos a una computadora y ser posteriormente analizados (Marchant-Forde *et al.*, 2004).

Recientemente, Luna et al. (2021), realizaron un estudio con el objetivo de determinar si los cerdos son capaces de adquirir una percepción positiva de los humanos a través del aprendizaje social observacional, para lo cual utilizaron la VFC de los cerdos como un indicador fisiológico de emoción frente a la interacción con el humano. Por su parte Tallet et al. (2014), utilizó la VFC para determinar la percepción de los cerdos frente a las interacciones táctiles repetidas entregadas por un experimentador, en el cuál no obtuvo diferencias significativas en la respuesta cardíaca entre lechones manipulados y el grupo control, sugiriendo que en ambos grupos las manipulaciones táctiles fueron percibidas positivamente independiente de la experiencia previa. Con respecto a una RHA de naturaleza negativa, aún no hay estudios que evalúen la VFC como respuesta fisiológica en cerdos sometidos a manejos humanos considerados aversivos para los animales.

Pruebas de evaluación de la calidad de la relación humano-cerdo

La RHA puede tener variados efectos biológicos en los animales domésticos, entre ellos los cerdos. Dependiendo de la naturaleza de la interacción (positiva, neutra o negativa), podemos identificar diferentes respuestas conductuales, fisiológicas, cognitivas y/o productivas (Waiblinger *et al.*, 2006). Medir las reacciones de los animales frente a la interacción del

humano permite acercarnos a entender cómo los humanos son percibidos por éstos, pudiendo deducirse la naturaleza del vínculo social que se ha generado entre ellos.

Existen tres tipos de pruebas que nos permiten evaluar la calidad de la RHA: 1) Reacción del animal frente a un humano estacionario (erguido o sentado); 2) Reacción del animal frente a un humano en movimiento; y por último 3) Reacción del animal frente a la manipulación o manejo. Estas pruebas pueden realizarse en un ambiente familiar (donde se alojan habitualmente junto con sus compañeros de corral) o no familiar para los animales (Waiblinger *et al.*, 2006). Por ejemplo, pueden ser evaluadas en una arena experimental, la cual consiste en un corral novedoso para el animal, a menudo ubicado en una habitación adyacente a los corrales donde éstos se alojan (Luna *et al.*, 2021).

La prueba de reacción del animal frente al humano estacionario comúnmente se desarrolla de la siguiente manera: un experimentador ingresa al área de prueba permaneciendo inmóvil, ya sea erguido, sentado o en cuclillas. Durante ese periodo se registran observaciones sobre el comportamiento de aproximación de los cerdos al experimentador, tales como el tiempo transcurrido hasta la primera interacción física (latencia) con el experimentador, el tiempo total transcurrido en contacto físico con el experimentador, y el número total de interacciones físicas (Luna *et al.*, 2021). Por su parte, la prueba de reacción del animal frente a un humano en movimiento consiste en que un experimentador camina a lo largo del corral, mientras la reacción de los animales es registrada utilizando video-cámaras ubicadas en el techo del corral. Posteriormente se analiza la respuesta conductual del animal frente al humano en movimiento, considerando que distancias de fuga (es decir, la distancia mínima en que el humano puede aproximarse al animal sin que éste muestre una respuesta de retirada) mayores entre el experimentador y el cerdo, son indicativas de un mayor miedo de parte del cerdo hacia el humano (Tanida *et al.*, 1995). Con respecto a la prueba de reacción del animal frente a la manipulación, ésta puede considerar manejos como trasladar a los animales a cierta distancia o incluso manejos considerados aversivos, como la captura. Para el análisis de la RHA se pueden medir parámetros como el tiempo requerido para que el animal se mueva en una dirección determinada o el tiempo requerido para capturar al animal (Waiblinger *et al.*, 2006).

Las tres categorías de pruebas se diferencian en la naturaleza de la participación del humano, y han sido ampliamente utilizadas en cerdos permitiendo la interpretación de diversos parámetros conductuales para la evaluación de la calidad de la RHA. No obstante, no hay estudios que evalúen los efectos de manejos considerados aversivos para los cerdos en el comportamiento en conjunto con la VFC.

HIPÓTESIS

Cerdos de recría expuestos a manejos negativos aplicados de forma regular en el tiempo, presentarán una menor variabilidad de la frecuencia cardíaca acompañada de respuestas conductuales asociadas a estrés, en comparación con animales manejados positivamente por el humano.

OBJETIVO GENERAL

Determinar los efectos a largo plazo de la relación humano-animal sobre la respuesta conductual y cardíaca de cerdos de recría evaluados individualmente en un ambiente novedoso.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar la respuesta conductual de cerdos de recría en un ambiente no familiar luego de haber sido expuestos a un manejo humano de diferente calidad.
2. Evaluar los cambios en la variabilidad de la frecuencia cardíaca de cerdos de recría en un ambiente no familiar luego de haber sido expuestos a un manejo humano de diferente calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en la Unidad de Manejo Animal Porcina de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile (UMA-FAVET, Región Metropolitana de Santiago, Chile). Todos los experimentos fueron aprobados por el Comité Institucional de Cuidado y Uso de los Animales (Certificado N° 22552).

Animales y condiciones de alojamiento

En este estudio se utilizaron 36 cerdas de 21 días de edad, las cuales provinieron de una granja comercial de cerdos (Melipilla, Región Metropolitana de Santiago). El traslado de los animales se realizó en un camión acondicionado para el transporte de cerdos, de acuerdo con la normativa de transporte de ganado según lo estipulado en la legislación. El camión de transporte tenía una superficie antideslizante, ventilación y una cubierta de protección frente a temperaturas extremas. Al llegar a la UMA-FAVET, los animales se identificaron individualmente con crotales de plástico enumerados (del 1 al 36) y fueron distribuidos en 12 corrales (1,20 m de ancho x 2,0 m de largo, y 0,9 m de alto) de piso de concreto revestido por caucho. En cada corral se alojaron 3 cerdas de peso similar. Se evitó el contacto visual entre los animales de los diferentes grupos de tratamiento, utilizando cortinas negras, a fin de evitar el posible contagio socio-emocional y el aprendizaje social entre éstos (Luna *et al.*, 2021). Las cerdas recibieron alimento y agua *ad libitum* (excepto mientras se realizó la prueba). Fueron alimentadas desde el exterior del corral vertiendo el alimento en cada uno de los comederos, con una dieta comercial estándar (Champion S.A., Santiago, Chile) (**Anexo Nro. 1**), según los requerimientos de la NRC (2012). Además, fueron mantenidas bajo un ambiente termorregulado, controlando humedad y temperatura, mediante el uso de dos extractores, un intractor de aire y aire acondicionado. A la llegada de los animales, la instalación se mantuvo entre 26 y 28°C (entre la 4ta y 5ta semana de edad), disminuyendo la temperatura de manera gradual, reduciendo un grado cada dos semanas (considerando el peso de los animales y la temperatura exterior) hasta llegar a los 21°C (a las 12 semanas de edad y con un peso >30 kg), manteniéndose así hasta la finalización del estudio. Cada día se evaluó el estado de salud de los animales mediante la aplicación de una pauta de supervisión del bienestar para cerdas. Para la limpieza de los corrales, una operaria ingresó diariamente a

éstos para remover las deposiciones sólidas y arrastrar los purines hacia una canaleta ubicada en la zona posterior de cada corral.

Antes de comenzar los ensayos, los animales tuvieron dos semanas de aclimatación a las instalaciones y al personal del estudio (días 1-14; **Tabla Nro. 1**). Una vez finalizado el experimento, las cerdas fueron transportadas hasta una planta faenadora de animales (Faenadora y Frigorífico Cordillera S.A.). Durante el desarrollo del experimento, ningún animal se enfermó, necesitó medicamentos, falleció o fue descartado del estudio.

Tabla Nro. 1. Calendario del experimento.

Día del experimento	Edad de los cerdos	Evento/prueba	Lugar	Medición
1	21	Destete	Granja comercial	-
1-14	21-34	Aclimatación a las condiciones de crianza	UMA-FAVET	-
14	34	Habituaación al pulsómetro cardíaco	Corral de recría, UMA-FAVET	-
55,56	75,76	Habituaación a la arena experimental y al carro de transporte	Sala aledaña a la UMA-FAVET	-
16-61	35-81	Sesiones de manipulación humana	Corral de recría, UMA-FAVET	-
67-71	87-91	Prueba en arena experimental	Sala aledaña a la UMA-FAVET	Comportamiento, FC y VFC

UMA: Unidad de Manejo Animal; FC: Frecuencia Cardíaca; VFC: Variabilidad de la frecuencia cardíaca.

Aplicación de los tratamientos

Transcurridas las dos semanas de aclimatación de las cerdas, éstas fueron asignadas de forma aleatoria a 4 corrales de recría por tratamiento, con 3 cerdas por corral. Los tratamientos consistieron en los siguientes tipos de manejo: a) Manejo humano positivo; b) Manejo humano negativo; y c) Manejo humano mínimo. De esta manera, 12 cerdas fueron asignadas a cada uno de los tratamientos de manejo, los cuales se describen a continuación:

a) Manejo humano positivo (MHP): Las cerdas asignadas a los corrales de MHP fueron sometidas a 2 sesiones de manejo gentil diarios (AM y PM). Cada sesión tuvo una duración de 2 minutos por animal y fueron realizadas 5 días a la semana (de lunes a viernes), a partir del día 16 (**Tabla Nro. 1**) durante 7 semanas consecutivas. En cada sesión la operaria otorgó

a cada cerda manejos táctiles positivos (caricias suaves) mientras les hablaba con voz suave y gentil. Para la realización de este manejo se utilizó el protocolo sugerido por Tallet et al. (2014): (1) La operaria designada para MHP ingresó al corral de recría y durante 30 segundos se mantuvo de pie e inmóvil; (2) Luego, la operaria se sentó sobre un banquillo permaneciendo inmóvil durante 1 minuto; (3) A continuación, acercó su mano hacia una cerda, y en el supuesto de que ésta no se alejara, intentó tocarla; (4) Si la cerda aceptaba la interacción, la operaria procedió a entregar un manejo táctil positivo (caricias suaves con la palma de la mano), desde la cabeza y en dirección a la espalda, con una frecuencia de 1 caricia cada 2 segundos por un periodo de 2 minutos; (5) Finalmente, la operaria abandonó el corral.

b) Manejo humano negativo (MHN): Las cerdas pertenecientes a los corrales MHN fueron manipuladas negativamente por el humano, con el fin de inducir en ellas una respuesta de estrés crónico de carácter intermitente a largo plazo. Las sesiones tuvieron una duración de 2 minutos por animal y se realizaron a partir del día 16 (**Tabla Nro. 1**), dos veces al día (AM y PM, de lunes a viernes) y se extendieron hasta el día 61 (**Tabla Nro. 1**), sin embargo, durante la primera semana de tratamiento las sesiones de manejo negativo se realizaron cada dos días (martes, jueves y sábado) completando así seis semanas y 3 días de manejos. Las cerdas estuvieron expuestas de forma intermitente a tres tipos de manejos humanos negativos y estresantes, de carácter agudo e impredecible para el animal (Hemsworth *et al.*, 1981; Brajon *et al.*, 2015a). La operaria una vez que ingresaba al corral aplicaba los siguientes tipos de manejos negativos: (1) De forma aleatoria persiguió, capturó y levantó a cada cerda y realizó movimientos rápidos e inesperados (Brajon *et al.*, 2015a); (2) Restricción física, como intentar poner una cuerda alrededor del hocico de cada cerda (Hemsworth *et al.*, 1981), o poner una cuerda inmovilizando las extremidades de cada cerda; (3) Manejos bruscos e impredecibles, como ahuyentar a las cerdas agitando un cascabel o una botella que contenía piedras, o utilizando una picana eléctrica en caso de que la cerda se acercara a un área alrededor de la operaria (este manejo solo se podía realizar durante los últimos ocho días del periodo experimental).

c) Manejo humano mínimo (MHM): Las cerdas pertenecientes a los corrales MHM fueron expuestas a condiciones de mínimo contacto humano, solo tuvieron acceso a ver a la operaria

cuando ésta realizaba las labores relacionadas a su mantención diaria, tales como, alimentación, limpieza de los corrales y revisiones veterinarias (Luna *et al.*, 2021).

Para la ejecución de los tratamientos, alimentación y limpieza de corrales, se capacitó a tres personas, cada una tuvo a cargo de forma exclusiva a uno de los grupos, utilizando vestimenta de distinto color para diferenciarse entre ellas. La operaria MHP utilizó un overol color gris, por su parte el overol que utilizó la operaria MHM era color azul y, por último, la operaria MHN utilizó un overol anaranjado. Cada una de ellas participó en la prueba en arena experimental con su grupo correspondiente.

Prueba de relación humano-animal en arena experimental

Al finalizar el periodo de tratamiento, cada cerda fue evaluada individualmente en una arena experimental (día 67 al 71, **Tabla Nro. 1**) ubicada contigua al pabellón donde fueron alojados los animales. Esta arena consistió en un corral no familiar para las cerdas, de 8,05 m² (3,44 m x 2,34 m x 1,20 m), con piso de goma antideslizante y paredes construidas con rejas de aluminio cubiertas con tela de color negro. Adicionalmente, el piso de la arena fue dividido en 24 cuadrantes (56,6 cm x 56,6 cm), con la finalidad de evaluar la actividad locomotora de los animales. Para el traslado de las cerdas, el personal del estudio utilizó un carro que constaba con puertas desmontables y piso antideslizante.

La duración total de esta prueba fue de 7 minutos y estuvo dividida en 4 fases (**Figura Nro. 1**): (1) **Fase de habituación**, en esta fase la cerda permaneció sola en el corral durante 1 minuto (**Figura Nro. 1a**); (2) **Fase de humano estacionario erguido**, la operaria ingresó de forma silenciosa al corral y permaneció de pie e inmóvil en el centro de la pared de entrada durante 1 minuto (**Figura Nro. 1b**); (3) **Fase de humano estacionario sentado**, posteriormente la operaria cruzó en dirección a la pared opuesta a la entrada, caminando lenta y silenciosamente para luego adoptar una posición sentada. Una vez sentada, y durante los siguientes 2 minutos, la operaria permaneció inmóvil. Cada vez que la cerda contactó físicamente cualquier parte del cuerpo de la operaria, ésta intentó acariciarla manteniendo las caricias según la tolerancia de los animales, posteriormente se realizó la última fase (**Figura Nro. 1c**); (4) **Fase de interacción humano-animal forzada**, la operaria se puso de pie, permaneció inmóvil durante 5 segundos para luego adoptar una posición en cuclillas. Posteriormente, y durante los siguientes 3 minutos, la operaria

se aproximó a la cerda manteniendo la posición en cuclillas. Una vez que la operaria estuvo a un brazo de distancia de la cerda, se inclinó lentamente para tocarla y acariciarla. En el caso de que la cerda aceptara ser tocada por la operaria, ésta la acariciaba suavemente con la palma de la mano desde la cabeza hacia el dorso cada 2 segundos (**Figura Nro. 1d**). Cuando la cerda se alejaba de la operaria, ésta se acercaba nuevamente hacia ella manteniendo la posición en cuclillas para intentar tocarla y acariciarla. Finalmente, la operaria se puso de pie para abandonar silenciosamente la arena. Con el fin de comunicar el inicio y fin de cada una de las fases, el personal del estudio dirigió la prueba mediante comunicación inalámbrica con la operaria.

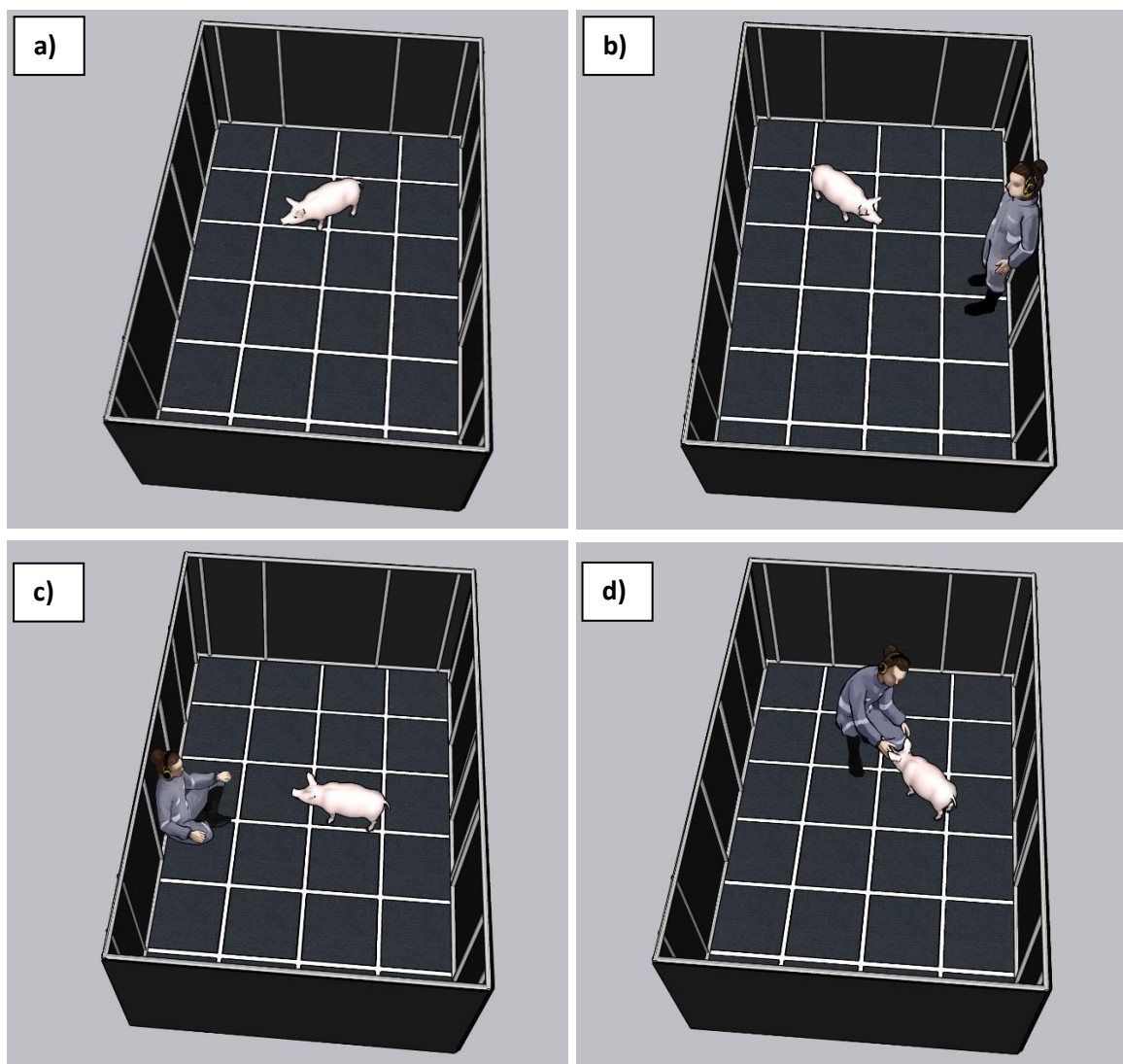


Figura Nro. 1. Imagen referencial de cada una de las fases evaluadas en la prueba en arena experimental: **a)** Habitación; **b)** Humano estacionario erguido; **c)** Humano estacionario sentado e **d)** Interacción forzada. Elaboración propia mediante SketchUp.

Mediciones conductuales:

Las reacciones conductuales de las cerdas durante la prueba en arena experimental fueron registradas mediante dos video-cámaras con micrófono integrado (DH-HAC-HDW1200EM-A, Zhejiang Dahua Technology, Zhejiang, Hangzhou, China) instaladas desde dos ángulos diferentes para capturar el área total del corral de prueba y la interacción de la cerda con el humano. Las respuestas conductuales fueron registradas para cada una de las fases de la prueba. El etograma que se utilizó para las observaciones de comportamiento está basado en el estudio de Luna et al. (2021), y se describe en la **Tabla Nro. 2**. Los datos conductuales fueron analizados mediante el software BORIS (Friad y Gamba, 2016).

Tabla Nro. 2. Observaciones de comportamiento evaluadas en cada fase de la prueba en arena experimental (ambiente no familiar).

Observación de comportamiento	Descripción	Fase
Latencia al primer contacto físico	Tiempo (s) que tardó la cerda en hacer contacto físico con cualquier parte del cuerpo de la operaria	2, 3
Latencia para acercarse al área alrededor de la operaria	Tiempo (s) que tardó la cerda en entrar en un área de 0,3 m de diámetro alrededor de la operaria	2, 3
Tiempo en contacto físico con la operaria	Tiempo (%) que la cerda permaneció en contacto físico con cualquier parte del cuerpo de la operaria, ya sea tocándola u olfateándola	2, 3
Tiempo en el área alrededor de la operaria	Tiempo (%) que la cerda pasó dentro de un diámetro de 0,3 m alrededor de la operaria, ya sea en contacto con ella (tocándola u olfateándola) o mientras exploraba el entorno	2, 3
Tiempo mirando a la operaria	Tiempo (%) que la cerda permaneció inmóvil mirando a la operaria, con el cuerpo y la cabeza orientados hacia ella en actitud de atención	2
Frecuencia de contacto con la operaria	Número de veces que la cerda contactó físicamente con cualquier parte del cuerpo de la operaria	2, 3
Encaramarse sobre la operaria	Se registró la ocurrencia de encaramarse sobre la operaria. Es decir, número de veces que la cerda se apoyó con los miembros anteriores y/o posteriores sobre el cuerpo de la operaria (piernas, brazos o tórax)	3
Caricias aceptadas	Caricias (%) aceptadas por cada cerda en base al total de intentos realizados por la operaria	3, 4
Intentos necesarios hasta aceptar la primera caricia	Número de intentos realizados por la operaria hasta que la cerda aceptó la primera caricia	4
Vocalizaciones de alta intensidad	Número de veces que la cerda emitió un grito o chillido	1, 2, 3, 4
Vocalizaciones de baja intensidad	Número de veces que la cerda emitió un gruñido, ladrido o gruñido-chillido	1, 2, 3, 4
Actividad locomotora	Número de cuadrantes que atravesó la cerda con los miembros delanteros	1, 2, 3, 4
Defecación	Variable dicotómica, se registró la ocurrencia	1, 2, 3, 4

1= Fase de habituación a la arena experimental; 2= Fase de humano estacionario erguido; 3= Fase de humano estacionario sentado; 4= Fase de interacción forzada. Fuente: Luna et al. 2021

Medición de la actividad cardíaca:

Además de las evaluaciones conductuales se analizó la respuesta fisiológica de las cerdas mediante la medición de parámetros de actividad cardíaca (FC y VFC) (**Tabla Nro. 3**). Para la medición de estos parámetros, las cerdas fueron equipadas con un monitor cardíaco. Este monitor

estaba conformado por una banda elástica con electrodos incorporados, un sensor de transmisión de FC (Polar H10; Polar Electro Oy, Kempele, Finland), y un reloj de pulsera que almacena los intervalos de tiempo entre latidos cardíacos consecutivos (Polar V800).

Tabla Nro. 3. Parámetros de la VFC utilizados para evaluar el efecto de la RHA sobre la respuesta del estrés y estados afectivos en cerdos de cría.

	Parámetro	Descripción
Dominio del tiempo	Intervalo RR medio	Intervalo medio entre latidos cardíacos adyacentes durante un periodo de tiempo
	FC media	Frecuencia cardíaca media
	SDNN	Desviación estándar de los intervalos entre latidos, que indica actividad tanto simpática como parasimpática
	RMSSD	Raíz cuadrada media de intervalos entre latidos sucesivos, indica actividad parasimpática
	RMSSD/SDNN	Relación entre RMSSD Y SDNN, refleja el equilibrio general del SNA
Dominio de la frecuencia	LF	Banda de baja frecuencia, refleja la regulación tanto simpática como parasimpática
	HF	Banda de alta frecuencia, refleja la regulación parasimpática
	LF/HF	Relación entre LF y HF, refleja el equilibrio general del SNA
No lineales	Entropía muestral	Mide la imprevisibilidad de las fluctuaciones, indica la regularidad de patrones de datos
	<i>DFA short-term</i>	(<i>DFA Short-term</i> : Análisis de fluctuación sin tendencia a corto plazo). Evalúa la autosemejanza de la señal de la FC

Fuente: Byrd et al., 2019; Luna et al., 2021

La instalación del monitor se realizó en todas las cerdas, una a la vez, de la siguiente manera: se ingresó al corral de cría y se capturó gentilmente a la cerda para inmovilizarla, en ese momento, se ubicó el monitor procurando que la banda elástica rodeara el tórax del animal, con el transmisor ubicado detrás de la axila izquierda de la cerda. Los datos obtenidos de forma individual en cada una de las cerdas fueron exportados a un archivo Excel (Microsoft® Office 365 versión 2011; Microsoft Corporation, Washington, DC, EE. UU.) en donde se consideraron sólo las fases en que la operaria estuvo presente (desde la fase 2 hasta la fase 4, 6 minutos en total) para ser analizadas. Una vez obtenido el archivo, se procedió con la identificación de los errores o artefactos basados en el estudio de Marchant-Forde et al. (2004), obteniéndose 34 cerdas con menos del 5% de error, una cerda con 19,3% de error y otro animal con un porcentaje de error superior al 20% (24,76%). Posteriormente, éstos se corrigieron de forma manual según las

recomendaciones de Marchant-Forde et al. (2004), generando un nuevo archivo el cual se ingresó al software de análisis de variabilidad de frecuencia cardíaca, Kubios (Kubios HRV Standard, Kubios OY, Finlandia), para ser analizados.

Análisis estadístico

Para cada una de las fases de la prueba, los datos fisiológicos (FC y VFC) y conductuales fueron analizados a través de una prueba de ANOVA utilizando un Modelo Lineal General con la función “lme4” del programa estadístico R 4.1.0 (*R Development Core Team*, 2021), tomando en consideración el tratamiento (MHP, MHN, MHM) como efecto fijo. Un análisis inicial determinó que entre los corrales de un mismo tratamiento no hubo diferencias significativas, por lo que se eliminó del modelo final. La normalidad y homocedasticidad de los datos se evaluaron para cada modelo utilizando la prueba de *Shapiro-Wilk* y de *Levene* respectivamente, y aquellos que no cumplieron con los supuestos fueron sometidos a una transformación angular (datos expresados en porcentajes) o una transformación de raíz cuadrada (datos expresados en números). Para aquellas variables que luego de la transformación de los datos seguían sin cumplir con los supuestos, se realizó un análisis no paramétrico (Prueba de *Kruskal-Wallis*).

Las latencias para acercarse al área alrededor de la operaria y entrar en contacto físico con ésta, se analizaron utilizando el método de supervivencia no paramétrico de *Kaplan-Meier*, el cuál considera las latencias individuales de cada animal incluyendo aquellos que no realizaron la conducta en el tiempo límite (Jahn-Eimermacher *et al.*, 2011). Las variables dicotómicas como defecar y encaramarse sobre la operaria se analizaron utilizando la prueba de *Xi cuadrado*.

Para aquellas variables analizadas mediante ANOVA, los resultados fueron presentados como medias marginales estimadas y error estándar de la media, y para aquellas variables analizadas utilizando la prueba no paramétrica de *Kruskal Wallis*, los resultados se presentaron como medianas y rangos intercuartílicos. Se consideró un nivel de significación de 0,05, y valores entre $0,05 < p < 0,1$ fueron considerados como tendencia a la significancia.

RESULTADOS

1. Reacciones conductuales de los animales durante la prueba en arena experimental

Fase 1: Habitación

Los resultados conductuales de las cerdas mientras permanecieron aisladas individualmente en la arena experimental se presentan en la **Tabla Nro. 4**. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para la conducta de vocalizaciones de baja intensidad ($F_{2/33} = 0,218$; $p = 0,805$) ni para la conducta de locomoción ($F_{2/33} = 0,207$; $p = 0,814$). En relación con la conducta de defecación, se observó una tendencia a la asociación entre los tratamientos y la ocurrencia de esta conducta (X^2 de Pearson = 4,800; $gl = 2$; $p = 0,091$), observándose defecar a más cerdas del grupo MHP (7/12), seguidas por las cerdas del grupo MHM (6/12), en comparación con las cerdas del grupo MHN (2/12). Las vocalizaciones de alta intensidad no fueron consideradas dentro del análisis debido a que sólo dos cerdas emitieron un chillido o grito durante esta fase del estudio.

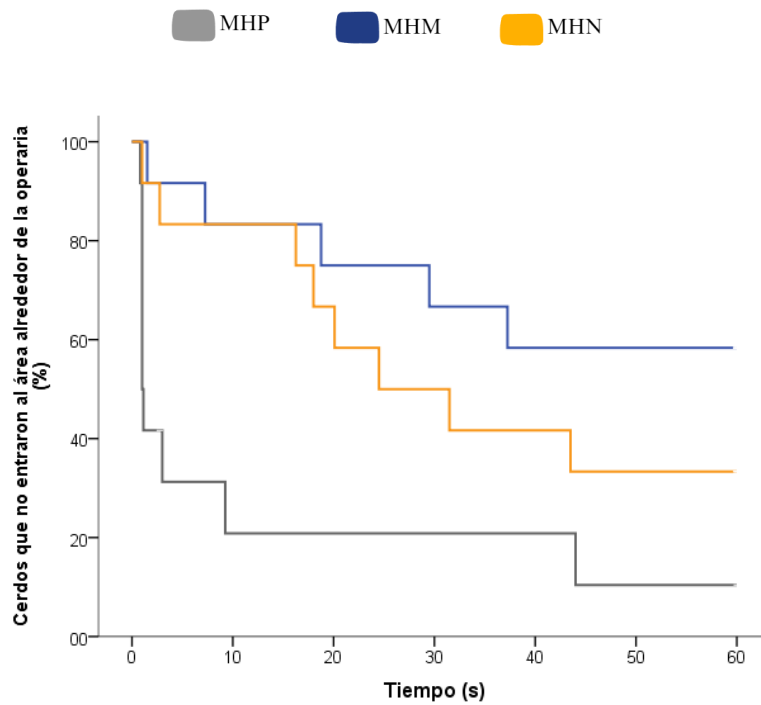
Fase 2: Humano estacionario erguido

Los resultados de las observaciones de comportamiento mientras la operaria permaneció erguida en la arena experimental se presentan en la **Tabla Nro. 4**. Durante esta fase, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para las conductas de latencia para acercarse al área alrededor de la operaria (*Kaplan-Meier*, $X^2 = 11,971$; $gl = 2$; $p = 0,003$; **Figura 2a**), latencia al primer contacto físico con la operaria (*Kaplan-Meier*, $X^2 = 20,598$; $gl = 2$; $p = 0,001$; **Figura 2b**), tiempo en el área alrededor de la operaria ($F_{2/33} = 6,146$; $p = 0,005$), y tiempo en contacto con ésta ($F_{2/33} = 7,126$; $p = 0,003$). Se observó que las cerdas sometidas a manejo positivo tardaron menos tiempo en ingresar al área alrededor de la operaria, difiriendo significativamente con las cerdas del grupo MHM ($p = 0,002$) y MHN ($p = 0,028$), pero al comparar estos últimos grupos no se observaron diferencias entre ambos ($p = 0,243$). Además, se observó que las cerdas sometidas a manejo positivo tardaron menos tiempo en contactar físicamente con la operaria, lo que difiere significativamente de lo observado en las cerdas sometidas a un manejo mínimo ($p < 0,001$) y negativo ($p = 0,003$), mientras que estas últimas no difirieron entre sí ($p = 0,138$).

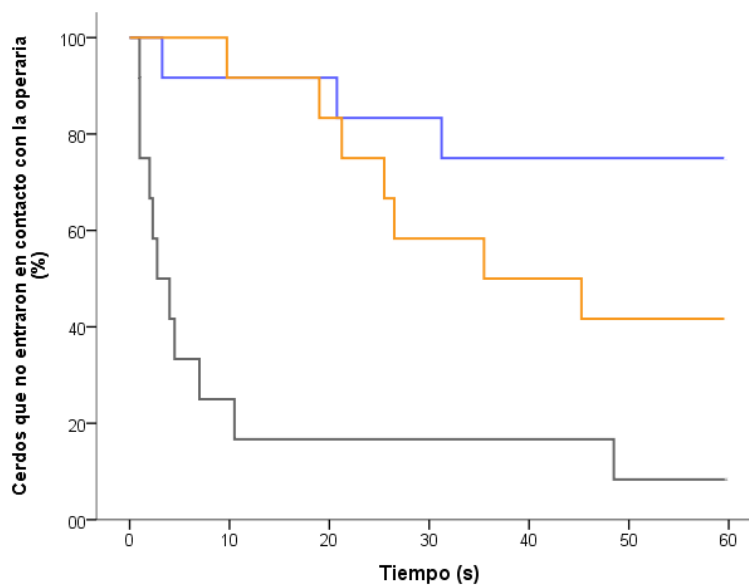
Tabla Nro. 4. Respuesta conductual de las cerdas, según tratamiento, durante la prueba en arena experimental.

Conducta	Tratamientos			Valor de <i>p</i>
	MHP (n=12)	MHM (n=12)	MHN (n=12)	
Fase 1				
Vocalizaciones de baja intensidad	18,25 ± 3,61	14,58 ± 3,61	13,75 ± 3,61	0,805 ¹
Actividad locomotora	19,16 ± 2,57	21,50 ± 2,57	20,50 ± 2,57	0,814 ¹
Fase 2				
Latencia para acercarse al área (s)	11,64 ± 5,93 ^a	42,85 ± 6,36 ^b	33,13 ± 6,29 ^b	0,003 ²
Latencia al primer contacto físico (s)	12,04 ± 5,54 ^a	49,60 ± 5,45 ^b	40,22 ± 5,36 ^b	< 0,001 ²
Tiempo en el área (%)	51,65 ± 8,09 ^a	16,31 ± 8,09 ^b	22,55 ± 8,09 ^b	0,005 ^{1a}
Tiempo en contacto (%)	33,20 ± 6,53 ^a	3,16 ± 6,53 ^b	9,86 ± 6,53 ^b	0,003 ^{1a}
Tiempo mirando a la operaria (%)	5,84 ± 3,46	7,60 ± 3,46	11,80 ± 3,46	0,297 ^{1a}
Frecuencia de contacto	2,00 ± 0,61	0,91 ± 0,61	2,50 ± 0,61	0,148 ^{1b}
Vocalizaciones de alta intensidad	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0,75)	0,391 ³
Vocalizaciones de baja intensidad	20,75 ± 4,17	24,50 ± 4,17	22,25 ± 4,17	0,736 ^{1b}
Actividad locomotora	9,58 ± 2,21	13,16 ± 2,21	13,75 ± 2,21	0,400 ¹
Fase 3				
Latencia para acercarse al área (s)	1,93 ± 1,38 ^a	5,12 ± 3,37 ^a	38,81 ± 13,95 ^b	0,004 ²
Latencia al primer contacto físico (s)	2,81 ± 1,72 ^a	6,91 ± 3,87 ^a	39,58 ± 13,83 ^b	0,005 ²
Tiempo en el área (%)	60,38 ± 8,12 ^a	70,87 ± 8,12 ^a	29,15 ± 8,12 ^b	0,002 ^{1a}
Tiempo en contacto (%)	41,00 ± 7,30 ^a	49,46 ± 7,30 ^a	16,55 ± 7,30 ^b	0,003 ^{1a}
Frecuencia de contacto	6,25 ± 1,14	7,58 ± 1,14	6,16 ± 1,14	0,620 ¹
Caricias aceptadas (%)	94,76 ± 4,80 ^a	70,48 ± 4,80 ^b	5,12 ± 4,80 ^c	< 0,001 ^{1a}
Vocalizaciones de alta intensidad	0 (0-0) ^a	0 (0-0) ^a	0 (0-9,75) ^b	0,043 ³
Vocalizaciones de baja intensidad	46,75 ± 12,16	57,08 ± 12,16	50,50 ± 12,16	0,794 ^{1b}
Actividad locomotora	23,75 ± 2,69	20,91 ± 2,69	25,25 ± 2,69	0,611 ^{1b}
Fase 4				
Caricias aceptadas (%)	96,11 ± 3,10 ^a	76,84 ± 3,10 ^b	20,91 ± 3,10 ^c	< 0,001 ^{1a}
Intentos necesarios hasta aceptar la primera caricia	1 (1-1) ^a	1 (1-2) ^a	8,50 (2,25-10,75) ^b	< 0,001 ³
Vocalizaciones de alta intensidad	0 (0-0) ^a	0 (0-1,75) ^a	5 (0-11) ^b	0,003 ³
Vocalizaciones de baja intensidad	34,41 ± 10,40 ^a	40,08 ± 10,40 ^a	76,00 ± 10,40 ^b	0,021 ^{1b}
Actividad locomotora	41,25 ± 5,47 ^a	42,41 ± 5,47 ^a	63,50 ± 5,47 ^b	0,011 ¹

Valores dentro de una fila con letras diferentes difieren significativamente (a, b, c: $p < 0,05$). MHP= Manejo Humano Positivo; MHM= Manejo Humano Mínimo; MHN= Manejo Humano Negativo; s= segundos; %=porcentaje. ¹ Modelo de ANOVA lineal; ^{1a} Modelo de ANOVA lineal basado en transformación angular ($gl = 2$); ^{1b} Modelo de ANOVA lineal basado en transformación de raíz cuadrada ($gl = 2$); ² Análisis de *Kaplan-Meier* ($gl = 2$); ³ Prueba de *Kruskal-Wallis* ($gl = 2$). Los datos analizados con un modelo de ANOVA lineal se expresan como medias marginales estimadas y error estándar de la media (MME ± EEM) de los datos no transformados. Los datos analizados con el método de *Kaplan-Meier* se expresan como media y error estándar ($m \pm EE$) y los datos analizados con la prueba de *Kruskal-Wallis* se expresan con medianas y rangos intercuartílicos (md (Q3-Q1)).



(a)



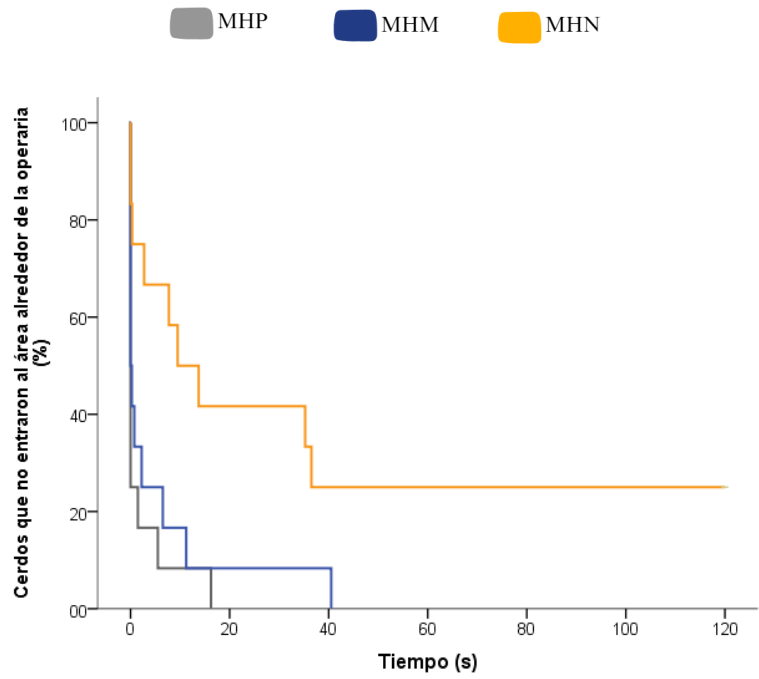
(b)

Figura Nro. 2. Curva de sobrevivencia de las latencias de las cerdas al entrar al área alrededor de la operaria (a) y al entrar en contacto físico con la operaria (b) durante la fase 2 de la prueba en arena experimental. Tratamientos: Manejo Humano Positivo (MHP), Manejo Humano Mínimo (MHM) y Manejo Humano Negativo (MHN).

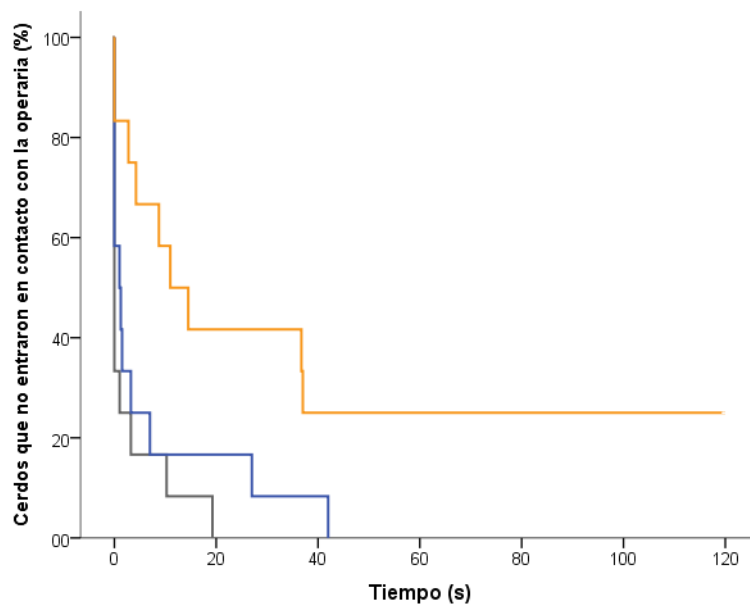
Con respecto al porcentaje de tiempo que los animales estuvieron en el área alrededor de la operaria, se observó que las cerdas del grupo MHP permanecieron más tiempo cercanas al humano, lo que difiere significativamente con las cerdas del grupo MHM ($p = 0,006$) y MHN ($p = 0,037$), no obstante, al comparar los grupos de MHM y MHN no se obtuvieron diferencias significativas entre ambos ($p = 0,735$). Por último, en relación con el tiempo que las cerdas se mantuvieron en contacto físico con la operaria, se observó que las cerdas que fueron tratadas gentilmente permanecieron un mayor porcentaje de tiempo en contacto físico con la operaria, en comparación con los animales sometidos a un manejo mínimo ($p = 0,002$) y negativo ($p = 0,04$), pero estos últimos no difirieron entre sí ($p = 0,498$). En esta fase, sin embargo, no se encontraron diferencias entre tratamientos para el tiempo mirando a la operaria ($F_{2/33} = 1,258$; $p = 0,297$), frecuencia de contacto ($F_{2/33} = 2,024$; $p = 0,148$), vocalizaciones de alta ($Kruskal-Wallis = 1,876$; $gl = 2$; $p = 0,391$), y baja intensidad ($F_{2/33} = 0,309$; $p = 0,736$), y actividad locomotora ($F_{2/33} = 0,942$; $p = 0,400$). Con respecto a la conducta de defecación, no se observó una asociación entre los tratamientos y la ocurrencia de esta conducta (X^2 de Pearson = 1,047; $gl = 2$; $p = 0,592$).

Fase 3: Humano estacionario sentado

Los resultados de las observaciones de comportamiento mientras la operaria permaneció sentada en la arena experimental, se presentan en la **Tabla Nro. 4**. Al igual que en la fase 2, se encontraron diferencias significativas para la latencia a acercarse al área alrededor de la operaria ($Kaplan-Meier$, $X^2 = 10,828$; $gl = 2$; $p = 0,004$; **Figura 3a**), latencia al primer contacto físico ($Kaplan-Meier$, $X^2 = 10,567$; $gl = 2$; $p = 0,005$; **Figura 3b**), tiempo en el área alrededor de la operaria ($F_{2/33} = 7,768$; $p = 0,002$), y tiempo en contacto físico con la operaria ($F_{2/33} = 7,161$; $p = 0,003$). En esta fase, las cerdas sometidas a manejo positivo y a manejo mínimo tuvieron un actuar similar en varias observaciones conductuales, observándose que cerdas sometidas a situaciones estresantes tardaron más tiempo en acercarse a la operaria, lo que difiere de cerdas que experimentaron manejo gentil ($p = 0,02$) y mínimo ($p = 0,017$), las cuales tardaron un tiempo similar ($p = 0,394$). En cuanto a la latencia al primer contacto físico, se observó que cerdas sometidas a manejo negativo tardaron más tiempo en tocar a la operaria, esto difiere de lo observado en cerdas del grupo MHP ($p = 0,002$) y MHM ($p = 0,019$), las que en ambos casos contactaron rápidamente con el humano ($p = 0,288$), tardando en promedio, menos de 10 segundos en tocar a la operaria.



(a)



(b)

Figura Nro. 3. Curva de sobrevivencia de las latencias de las cerdas al entrar al área alrededor de la operaria (a) y al entrar en contacto físico con la operaria (b) durante la fase 3 de la prueba en arena experimental. Tratamientos: Manejo Humano Positivo (MHP), Manejo Humano Mínimo (MHM) y Manejo Humano Negativo(MHN).

Con respecto al porcentaje de tiempo que las cerdas permanecieron cerca de la operaria, los resultados indican que las cerdas del grupo MHN estuvieron la mitad del tiempo en el área alrededor de la operaria en comparación con las cerdas pertenecientes al grupo de MHP ($p = 0,025$) y MHM ($p = 0,002$), las cuales estuvieron un tiempo similar cerca del humano ($p = 0,542$). También se observó que las cerdas sometidas a manejo negativo estuvieron menos tiempo en contacto físico con la operaria, lo que difiere de lo observado en cerdas que fueron sometidas a un manejo gentil ($p = 0,020$) y con mínimo contacto con el humano ($p = 0,003$), las cuales entre ellas no difirieron entre sí ($p = 0,744$). Además, a diferencia de las fases anteriores, se encontraron diferencias significativas en la cantidad de vocalizaciones de alta intensidad (*Kruskal-Wallis* = 6,294; $gl = 2$; $p = 0,043$) emitidas por los animales, observándose que las cerdas del grupo MHN gritaron y/o chillaron un mayor número de veces que las cerdas del grupo MHP ($p = 0,017$) y MHM ($p = 0,062$), las cuales presentaron resultados similares ($p = 0,606$). Al analizar el porcentaje de caricias aceptadas ($F_{2/33} = 71,343$; $p < 0,001$), los resultados difirieron significativamente entre los tratamientos. El grupo MHP, difirió de lo observado en MHM ($p = 0,001$) y MHN ($p < 0,001$). Además, al comparar el grupo MHM con MHN, los resultados también indicaron diferencias significativas ($p < 0,001$). Pudiéndose observar que las cerdas expuestas a manejo positivo recibieron en promedio un 94,76% ($\pm 4,80$) de las caricias, por su parte, las cerdas sometidas a mínimo contacto con el humano aceptaron un 70,48% ($\pm 4,80$) y las cerdas que recibieron manejo negativo sólo aceptaron un 5,12% ($\pm 4,80$) de las caricias. Sin embargo, no se encontraron diferencias entre tratamientos para la frecuencia de contacto ($F_{2/33} = 0,484$; $p = 0,620$), vocalizaciones de baja intensidad ($F_{2/33} = 0,232$; $p = 0,794$) y actividad locomotora ($F_{2/33} = 0,501$; $p = 0,611$). Además, se observó que no hubo asociación entre los tratamientos y la conducta de defecación (X^2 de Pearson = 1,938; $gl = 2$; $p = 0,379$), pero sí hubo una asociación entre la ocurrencia de encaramarse sobre la operaria (X^2 de Pearson = 11,591; $gl = 2$; $p = 0,003$; $\lambda = 0,471$) y los tratamientos, observándose más cerdas del grupo MHP (9/12), seguidas por las cerdas del grupo MHM (7/12) encaramarse, en comparación con las cerdas del grupo MHN (1/12).

Fase 4: Interacción forzada

Los resultados de las observaciones de comportamiento cuando la operaria inició el contacto físico con las cerdas se presentan en la **Tabla Nro. 4**. Durante esta fase, el tratamiento afectó a

la mayoría de las conductas evaluadas, encontrándose diferencias significativas para el porcentaje de caricias aceptadas ($F_{2/33} = 124,237$; $p < 0,001$), intentos necesarios hasta aceptar la primera caricia ($Kruskal-Wallis = 19,498$; $gl = 2$; $p < 0,001$), vocalizaciones de alta ($Kruskal-Wallis = 11,668$; $gl = 2$; $p = 0,003$), y baja intensidad ($F_{2/33} = 0,433$; $p = 0,021$) y actividad locomotora ($F_{2/33} = 5,226$; $p = 0,011$).

En esta fase se observó que los resultados difirieron significativamente entre los tratamientos al comparar el porcentaje de caricias aceptadas por las cerdas sometidas a un trato gentil con las cerdas sometidas a situaciones estresantes ($p < 0,001$) y con las cerdas del grupo MHM ($p < 0,001$), igualmente al comprar al grupo de MHM y MHN también se encontraron diferencias significativas ($p < 0,001$). Destacándose que las cerdas del grupo MHP aceptaron en promedio un 96,11% ($\pm 3,10$) de las caricias por parte de la operaria, mientras que las cerdas de MHM y MHN aceptaron en promedio 76,84% ($\pm 3,10$) y 20,91% ($\pm 3,10$) respectivamente. Además, en comparación con las cerdas del grupo MHN, fueron necesarios un menor número de intentos para lograr acariciar a las cerdas de MHP ($p < 0,001$) y MHM ($p = 0,002$), mientras que, al compararlas entre sí, no hubo diferencias ($p = 0,270$). En relación con las vocalizaciones de alta intensidad, los resultados determinaron diferencias significativas al comparar a las cerdas pertenecientes al grupo MHN con las cerdas del grupo MHP ($p = 0,001$) y MHM ($p = 0,024$), observándose que las cerdas sometidas a manejo negativo emitieron un mayor número de gritos y/o chillidos, pero no se encontraron diferencias significativas entre los animales del grupo de manejo gentil y mínimo ($p = 0,279$). También se observó que las cerdas del grupo MHN emitieron el doble de vocalizaciones de baja intensidad en comparación con las cerdas del grupo MHP ($p = 0,022$) y MHM ($p = 0,090$), las cuales entre sí no mostraron diferencias ($p = 0,809$). Con respecto a la actividad locomotora, las cerdas del grupo MHN difirieron significativamente con las cerdas del grupo MHP ($p = 0,019$) y MHM ($p = 0,027$), atravesando una mayor cantidad de cuadrantes, pero al comparar los grupos de MHP y MHM, no difirieron entre sí ($p = 0,988$). Además, los resultados determinaron que no hubo asociación entre los tratamientos y la conducta de defecación (X^2 de Pearson = 0,892; $gl = 2$; $p = 0,640$).

2. Actividad cardíaca de las cerdas durante la prueba en arena experimental

Los resultados de los parámetros de FC y VFC se presentan en la **Tabla Nro. 5**. En el dominio del tiempo, se encontraron diferencias significativas para el intervalo RR ($F_{2/33} = 6,529$; $p = 0,004$), en el cual las cerdas del grupo MHM obtuvieron menores valores en comparación con las cerdas del grupo MHP ($p = 0,003$) y MHN ($p = 0,059$), mientras que las cerdas sometidas a tratos gentiles y estresantes no difirieron entre sí ($p = 0,481$). Con respecto a la FC, también se encontraron diferencias entre los tratamientos ($F_{2/33} = 6,636$; $p = 0,004$), las cerdas del grupo MHM tuvieron mayor cantidad de latidos por minuto que las cerdas del grupo MHP ($p = 0,003$) y MHN ($p = 0,052$), estas últimas no difirieron entre ellas ($p = 0,505$). En relación con el parámetro de la SDNN, los animales tendieron a verse afectados por el tratamiento ($F_{2/33} = 3,117$; $p = 0,058$), presentándose menores valores en las cerdas con mínimo contacto con el humano en comparación con cerdas sometidas a manejo negativo ($p = 0,052$). Sin embargo, al comparar los grupos MHM y MHP no se encontraron diferencias significativas entre ellos ($p = 0,222$). Por último, al comparar los resultados del grupo MHP y MHN, tampoco se encontraron diferencias significativas ($p = 0,742$). Con respecto al parámetro de la RMSSD los tratamientos difirieron entre ellos ($F_{2/33} = 8,100$; $p = 0,001$), se pudo determinar que las cerdas del grupo MHP obtuvieron valores mayores que las cerdas del grupo MHM ($p = 0,001$) y MHN ($p = 0,023$), mientras que al comparar los resultados de las cerdas sometidas a manejo mínimo y negativo no se encontraron diferencias significativas entre ellas ($p = 0,506$). En cuanto al parámetro de la RMSSD/SDNN, los resultados señalan diferencias significativas entre los tratamientos ($F_{2/33} = 11,086$; $p < 0,001$), encontrándose que cerdas sometidas a manejo positivo presentaron valores significativamente mayores que cerdas sometidas a manejo mínimo ($p = 0,018$) y negativo ($p < 0,001$), sin embargo, cerdas del grupo MHM y MHN no difirieron entre sí ($p = 0,199$).

Al analizar los parámetros en el dominio de la frecuencia, se pudo determinar diferencias significativas entre los tratamientos para la LF ($F_{2/33} = 3,950$; $p = 0,029$), encontrándose mayores valores en las cerdas del grupo MHN, difiriendo de lo encontrado en el grupo MHM ($p = 0,022$). En relación con el grupo MHP, estas tuvieron valores intermedios, no siendo diferente del grupo MHM ($p = 0,333$) y MHN ($p = 0,367$).

Además, al analizar el parámetro de la LH/HF, se pudo determinar que los tratamientos si afectaron a los resultados ($F_{2/33} = 7,714$; $p = 0,002$), observándose que las cerdas del grupo MHN tuvieron valores significativamente más altos en comparación con las cerdas del grupo MHP ($p = 0,006$) y MHM ($p = 0,022$). Sin embargo, al comparar los resultados de las cerdas sometidas a tratos gentiles y mínimo no se obtuvieron diferencias significativas ($p = 0,873$). Con respecto a la HF ($F_{2/33} = 1,822$; $p = 0,178$) no hubo diferencias entre tratamientos.

Adicionalmente, se evaluaron parámetros no lineales, para una mejor interpretación de los resultados fisiológicos, encontrándose diferencias significativas para la entropía muestral ($F_{2/33} = 3,950$; $p = 0,029$), observándose valores inferiores en las cerdas de MHN, difiriendo significativamente al compararlas con el grupo MHP ($p = 0,022$). Con respecto a las cerdas del grupo MHM, éstas presentaron valores intermedios, y no difirieron con los resultados del grupo MHP ($p = 0,366$) y MHN ($p = 0,335$). Por último, con respecto a la *DFA short-term* ($F_{2/33} = 1,506$; $p = 0,237$), se observó que los resultados no difirieron entre los tratamientos.

Tabla Nro. 5. Resultados de los parámetros de la variabilidad de la frecuencia cardíaca de las cerdas, según tratamiento, durante la prueba en arena experimental.

Parámetros	Tratamientos			Valor de <i>p</i>
	MHP (n=12)	MHM (n=12)	MHN (n=12)	
Intervalo RR	380,75 ± 6,31 ^a	349,08 ± 6,31 ^b	370,33 ± 6,31 ^a	0,004 ¹
FC (lpm)	158,00 ± 2,87 ^a	172,50 ± 2,87 ^b	162,58 ± 2,87 ^a	0,004 ¹
SDNN (ms)	26,90 ± 2,13 ^q	21,80 ± 2,13 ^p	29,13 ± 2,13 ^q	0,058 ¹
RMSSD (ms)	14,06 ± 0,83 ^a	9,45 ± 0,83 ^b	10,78 ± 0,83 ^b	0,001 ¹
RMSSD/SDNN (ms)	0,51 ± 0,01 ^a	0,43 ± 0,01 ^b	0,39 ± 0,01 ^b	<0,001 ¹
LF (ms)	502,17 ± 276,10 ^{ab}	311,67 ± 127,05 ^a	763,25 ± 567,85 ^b	0,029 ^{1a}
HF (ms)	227,91 ± 30,58	151,91 ± 30,58	169,75 ± 30,58	0,178 ^{1a}
LF/HF (ms)	2,17 ± 0,53 ^a	2,55 ± 0,53 ^a	4,68 ± 0,53 ^b	0,002 ^{1a}
Entropía muestral	1,503 ± 0,065 ^a	1,377 ± 0,065 ^{ab}	1,245 ± 0,065 ^b	0,029 ¹
<i>DFA short-term</i>	1,361 ± 0,028	1,422 ± 0,028	1,421 ± 0,028	0,237 ¹

Valores dentro de una fila con letras diferentes difieren significativamente (a, b: $p < 0,05$) o tienden a diferir (p, q: $0,05 < p < 0,1$). MHP= Manejo Humano Positivo; MHM= Manejo Humano Mínimo; MHN= Manejo Humano Negativo. Intervalo RR= Intervalo entre latidos cardíacos sucesivos; FC= Frecuencia Cardíaca; SDNN= Desviación estándar de los intervalos entre latidos; RMSSD= Raíz cuadrada media de intervalos entre latidos sucesivos; LF: Banda de baja frecuencia; HF= Banda de alta frecuencia; *DFA short-term*= Análisis de fluctuación sin tendencia a corto plazo. ms= milisegundos; lpm= latidos por minuto. ¹ Modelo de ANOVA lineal; ^{1a} Modelo de ANOVA lineal basado en transformación de raíz cuadrada (gl = 2). Los datos se expresan como medias marginales estimadas y error estándar de la media (MME ± EEM).

DISCUSIÓN

Dada la significativa relevancia de la RHA en la evaluación del Bienestar Animal en sistemas de producción porcina, este estudio examinó los efectos conductuales en conjunto con la VFC en cerdas de recría sometidas a manejos estresantes por parte del humano, lo que dio lugar a una RHA con una valencia negativa, en contraposición a cerdas expuestas a una RHA con una valencia positiva.

La evaluación individual de las cerdas en un entorno novedoso consistió en una prueba que estuvo compuesta por cuatro fases, de las cuales tres involucraron interacciones con el humano (operaria). Los resultados revelaron diferencias significativas tanto en los indicadores conductuales como en los parámetros fisiológicos al comparar los tres grupos de tratamiento (manejo humano positivo, mínimo y negativo).

Respuesta conductual de las cerdas durante la prueba en arena experimental

Durante la fase de **habituación** al entorno de prueba, no se observaron diferencias significativas entre los grupos de tratamiento en las variables conductuales evaluadas, como vocalizaciones, actividad locomotora y defecación. Estos resultados son consistentes con las expectativas, dado que en ausencia de la operaria no se registró una respuesta marcada de evasión o afinidad hacia el humano. Estos resultados guardan similitudes con un estudio previo realizado por Luna et al. (2021), en el cual se investigó la capacidad de los cerdos para interactuar positivamente con el humano después de observar a un compañero de corral recibir caricias de una operaria dos veces al día durante cinco semanas. Al concluir el periodo de manejos (caricias) y someter a los cerdos a una evaluación en un entorno novedoso, al igual que en nuestro estudio, se observaron resultados similares, ya que no se encontraron diferencias significativas entre los grupos en términos de vocalizaciones, actividad locomotora y defecación durante la fase de habituación.

En la siguiente fase, mientras el **humano permanecía erguido e inmóvil** dentro del corral de prueba, se observó claramente que las cerdas que fueron manejadas de forma positiva por el humano exhibieron de inmediato un mayor interés y afinidad hacia la operaria, en comparación con aquellas cerdas que fueron expuestas a un contacto mínimo y negativo con el humano. Lo anterior se evidenció en la prontitud con la que se acercaron y buscaron

contacto físico con la operaria, además de permanecer, al menos un tercio del tiempo de la fase en estrecho contacto físico con ella. Estos hallazgos coinciden con los resultados reportados por Luna et al. (2021), quienes, al exponer a cerdos a la presencia de un humano erguido e inmóvil, observaron que aquellos previamente expuestos a un manejo táctil positivo demostraron mayores conductas de afinidad hacia el humano. Estos cerdos se acercaron rápidamente al área de la operaria para establecer contacto físico, pasaron más tiempo cerca de ella y mantuvieron un contacto más frecuente en comparación con el grupo control. Además, nuestros resultados son consistentes con los hallazgos de Hayes et al., (2021), quienes reportaron que los lechones que habían experimentado interacciones regulares y positivas con humanos como palmaditas, caricias y rascados, mostraron una mayor disposición para acercarse y relacionarse con un humano desconocido que permanecía erguido e inmóvil en un entorno experimental, en comparación con lechones que solo recibieron un contacto humano rutinario.

En la fase en que el **humano permanecía sentado**, las cerdas que habían experimentado un manejo gentil y mínimo mostraron resultados similares entre ellas. En ambos grupos las cerdas se aproximaron rápidamente a la operaria, manteniéndose cerca de ella por un tiempo considerable, estableciendo contacto físico. Estos resultados difieren de los hallazgos de Tallet et al. (2014), quienes evaluaron las respuestas conductuales de los cerdos frente a la presencia de un humano sentado en un corral familiar para los animales. En su estudio, los cerdos sometidos a sesiones de contacto táctil positivo, que incluían caricias y cepillado, mientras se les hablaba con una voz gentil por parte de la operaria, mostraron una mayor afinidad conductual, explorando antes y por más tiempo a la operaria, en comparación con el grupo control, que sólo recibió manejos de rutina durante el periodo de tratamiento.

Con respecto a las cerdas del grupo MHN, se evidenció que estas últimas mostraron un comportamiento notablemente diferente en comparación con las cerdas del grupo MHP y MHM. Las cerdas sometidas a manejo negativo tardaron significativamente más en acercarse a la operaria y pasaron menos tiempo en contacto con ella. Además, emitieron un mayor número de vocalizaciones de alta intensidad como gritos o chillidos, lo que claramente indica que los animales estaban experimentando una situación negativa (Puppe *et al.*, 2005).

En relación con la conducta de encaramarse sobre la operaria, se observó que un número mayor de cerdas del grupo MHP lo hizo (9 animales), seguido por cerdas del grupo MHM (7 animales), en contraste con el grupo MHN, donde sólo una cerda exhibió esta conducta. En el estudio de Tallet et al. (2014), al igual que en nuestro estudio, observaron que más cerdos del grupo sometido a manejos gentiles se encaramaron sobre la operaria, en comparación con el grupo control, luego de realizar una prueba tanto en un corral desconocido como en un corral familiar para los cerdos. El comportamiento de encaramarse sobre un humano podría reflejar la motivación de los animales por conseguir un contacto más intenso con el humano (Tallet *et al.*, 2014), lo que sugiere una mayor afinidad entre las cerdas y la operaria.

En la última fase de la prueba, correspondiente a la fase de **interacción forzada**, las cerdas que habían experimentado manejos positivos y un mínimo contacto con el humano permitieron ser acariciadas luego de un número reducido de intentos. Además, estas cerdas emitieron un menor número de vocalizaciones de baja intensidad y, con respecto a las vocalización de alta intensidad, no emitieron gritos ni chillidos. Por el contrario, aquellas cerdas sometidas a manejos humanos negativos emitieron la mayor cantidad de vocalizaciones de alta intensidad, lo que indicaría que las cerdas del grupo MHN percibieron a la operaria en movimiento como un evento aversivo (Reimert *et al.*, 2013). Además, estos animales mostraron una mayor actividad locomotora en comparación con los otros grupos de tratamiento y aceptaron un bajo porcentaje de caricias. Esto sugiere una clara conducta de miedo y evasión dirigida hacia la operaria, ya que permanecieron la mayor parte del tiempo evitando el contacto con ella, alejándose cada vez que la operaria intentó acariciarlas. Estos hallazgos se asemejan a los publicados por de Oliveira et al. (2015), quienes reportaron que lechones que habían experimentado estimulación táctil, como caricias desde los 5 a los 35 días de edad, permitieron un mayor contacto físico con un humano en movimiento, fuera éste familiar o desconocido, y emitieron menos vocalizaciones (en general), en comparación con lechones que no fueron sometidos a este tipo de estimulación táctil positiva.

El porcentaje de caricias aceptadas es considerado un indicador indiscutible de una relación positiva con el humano (Rault *et al.*, 2020). En nuestro estudio, este parámetro fue evaluado durante la fase de humano estacionario sentado e interacción forzada. En ambas fases se observaron diferencias significativas entre los tres tratamientos. Las cerdas del grupo MHP demostraron una relación con el humano altamente positiva al aceptar más del 94% de las

caricias propiciadas. En contraste, las cerdas del grupo MHM aceptaron entre un 70% y 77% mientras que las del grupo MHN aceptaron menos de un 21% de las caricias. Estos resultados indican que las cerdas del grupo MHP experimentaron una RHA mucho más positiva en comparación con las del grupo MHM. Con respecto a otras especies, Battini et al. (2016), determinaron que el porcentaje de caricias aceptadas es una variable válida para medir la calidad del RHA en pruebas de distancia de evitación en cabras lecheras. Los autores reportaron que cabras pertenecientes a granjas lecheras comerciales clasificadas con una buena RHA, aceptaban un porcentaje significativamente mayor de caricias suaves por parte de una persona desconocida, que aquellas cabras pertenecientes a granjas que fueron clasificadas con una mala RHA. La aceptación de caricias también se ha utilizado anteriormente en estudios de relación humano-equinos. Por ejemplo, Henry et al. (2005) estudió si una RHA de naturaleza positiva con yeguas, puede influir en el comportamiento de sus potrillos con los humanos. Para ello, un grupo de yeguas fueron designadas al grupo experimental, y durante los primeros 5 días de vida de sus potrillos, fueron cepilladas suavemente y alimentadas a mano por un experimentador el cual evitó el contacto con las crías. El resto de los animales, correspondiente al grupo control, sólo experimentó manejos de rutina. Transcurrido un año desde los manejos, evaluaron la respuesta conductual de las crías. Los resultados indicaron que ninguna de las crías del grupo control aceptó ser acariciada por un experimentador desconocido. Por el contrario, en el grupo experimental, ninguna de las crías intentó escapar, y la gran mayoría de ellas permitieron ser acariciadas por el experimentador. Concluyendo que una RHA positiva en las yeguas puede influir en la percepción de sus crías hacia los humanos, teniendo efectos incluso a largo plazo.

En diversos estudios sobre la relación humano-animal, los animales pertenecientes a un grupo control o de mínimo contacto con humanos suelen diferir conductualmente en comparación con los animales que han experimentado interacciones positivas (Henry *et al.*, 2005; Tallet *et al.*, 2014; Hayes *et al.*, 2021; Luna *et al.*, 2021). Sin embargo, en nuestro estudio durante la fase en la que la operaria permaneció sentada y en la fase de interacción forzada, las cerdas de los grupos MHP y MHM no mostraron diferencias significativas, excepto en lo que respecta al porcentaje de caricias aceptadas. Esto podría deberse a que, durante el periodo experimental, las limpiezas de los corrales se realizaron desde el interior, otorgándoles a las cerdas la posibilidad de interactuar con la operaria. Estas acciones

incluyeron olfatear, morder y hozar las botas y overol de la operaria. En consecuencia, los animales del grupo MHM recibieron una exposición repetida no aversiva por parte del humano, lo que, según Rault et al. (2020), puede facilitar el desarrollo de una RHA positiva. Esta perspectiva se asemeja a la presentada por Lundin (2019), quien considera que, para observar efectos conductuales en los cerdos, el tiempo que los ganaderos comparten con los animales puede ser tan relevante como la naturaleza específica de las acciones de manejos que estos realizan. Otro factor que pudo haber facilitado que el grupo MHM lograra una RHA positiva, es el color del overol utilizado por la operaria, que en este caso fue de color azul. Según lo reportado por Tanida et al. (1991), los cerdos pueden identificar y discriminar el color azul de otros colores (verde y rojo). Sumado a lo anterior, en un estudio realizado por Deligeorgis et al. (2006), las hembras porcinas demostraron una preferencia por el color azul, luego de exponerlas a dispensadores de agua de diferentes colores (azul, rojo y verde). Por lo tanto, se plantea que, para las cerdas, el color azul en la vestimenta de la operaria pudo resultar llamativo, facilitando el reconocimiento e influyendo en la motivación para explorar e interactuar con ella cuando ingresaba a realizar la limpieza de los corrales. No obstante, durante la fase en la que la operaria permaneció erguida, las cerdas del grupo MHM mostraron diferencias en comparación con las cerdas sometidas a manejos gentiles. Exhibieron conductas de miedo hacia el humano, como evitar acercarse y contactar físicamente con la operaria. Esta respuesta podría deberse a que, según lo reportado por Hemsforth et al. (1986) y Miura et al. (1996), la postura erguida de los humanos puede resultar más intimidante para los cerdos que la de un humano sentado o en cuclillas. Otro factor que pudo haber contribuido a que las cerdas del grupo MHM mostraran conductas asociadas al miedo mientras la operaria estuvo erguida e inmóvil, es el entorno de prueba. Esta evaluación se realizó en un entorno parcialmente desconocido para los animales y, se ha descrito que el entorno físico puede influir fuertemente en el resultado de una prueba de RHA. Un ambiente no familiar, está rebotante de estímulos nuevos, lo que puede resultar intimidante para los animales, distrayendo su atención (Waiblinger *et al.*, 2006). Se plantea que, durante esta fase, en la cual la operaria acababa de ingresar en la arena experimental, las cerdas del grupo MHM podrían haberse sentido intimidadas, no sólo por la postura de la operaria, sino que también por el entorno novedoso, lo que al transcurrir la prueba dejó de ser algo llamativo para ellas, existiendo una mayor motivación por interactuar con la operaria.

Con respecto a las cerdas que experimentaron manejos negativos, y según lo esperado, las respuestas conductuales difirieron significativamente de lo observado en las cerdas del grupo MHP durante todas las fases en las que la operaria estuvo presente. Estas cerdas tardaron más tiempo en aproximarse, evitaron el contacto físico, emitieron un mayor número de vocalizaciones y rechazaron las caricias, lo que sugiere un claro indicio de miedo frente a la presencia de la operaria. Resultados similares se han documentado en búfalos (Napolitano *et al.*, 2019), observándose que aquellos animales expuestos a interacciones negativas por parte de los ganaderos, como gritos, bofetadas y manipulación forzada, mostraron una gran distancia de evasión hacia un humano en movimiento y manifestaron inquietud durante el ordeño, en comparación con búfalos que recibieron interacciones humanas positivas como caricias, toques suaves y hablar con voz baja. Estos hallazgos subrayan la influencia significativa que las interacciones humanas pueden tener en el comportamiento y bienestar de los animales, indistintamente de la especie.

Respuesta cardíaca de las cerdas durante la prueba en arena experimental

La variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) se ha convertido en una herramienta valiosa y no invasiva para evaluar el funcionamiento del SNA en una variedad de animales de granja, incluyendo bovinos (Mohr *et al.*, 2002; Clapp *et al.*, 2015; Frondelius *et al.*, 2015; Kovács *et al.*, 2015), ovinos y caprinos (Kitajima *et al.*, 2021), equinos (Scopa *et al.*, 2020; Godoi *et al.*, 2022), así como cerdos (de Jong *et al.*, 2000; Tallet *et al.*, 2014; Byrd *et al.*, 2019, 2020; Luna *et al.*, 2021), entre otros.

En el contexto de este estudio, al analizar los resultados de los parámetros lineales en el dominio del tiempo, se observaron diferencias significativas entre las cerdas del grupo MHP y las pertenecientes a los grupos MHM y MHN. Se destacó un predominio de la rama parasimpática en el grupo MHP, lo cual se evidenció a través de valores más altos de la **RMSSD** y **RMSSD/SDNN**, acompañado de una **FC** más baja. Cabe mencionar que la **RMSSD** es considerada como el parámetro más informativo dentro del dominio del tiempo y que representa la regulación parasimpática (von Borell *et al.*, 2007). Nuestros hallazgos sugieren que las cerdas que recibieron caricias durante las semanas de tratamiento estaban más adaptadas y experimentaron niveles más bajos de estrés durante la prueba en

comparación con los otros grupos. No obstante, en otros estudios realizados en porcinos, como los desarrollados por Byrd et al. (2019, 2020), no se encontraron diferencias significativas en estos parámetros al comparar cerdos sometidos a estrés por calor y castración respectivamente, con un grupo control (sin exposición), a pesar de que los autores esperaban que un aumento en la actividad simpática, debido al estrés fisiológico y dolor, se vería reflejado en estos parámetros. Sin embargo, en un estudio realizado en bovinos (Kovács *et al.*, 2015), luego de clasificar a las vacas como reservadas o impulsivas según su reactividad conductual hacia los humanos, se observó que aquellas vacas reservadas mostraban valores más altos de RMSSD en comparación con vacas clasificadas como impulsivas, lo que sugeriría una mayor actividad parasimpática en animales reservados. En otro estudio realizado por Tamioso et al. (2018), utilizaron la VFC para investigar la percepción de las ovejas ante dos estímulos positivos, la presencia de un experimentador familiar y el cepillado por parte de un experimentador familiar, durante tres periodos (antes, durante y después de los estímulos). En ambos casos pudieron observar una FC más baja durante y después de la exposición a los estímulos, además de una RMSSD/SDNN más alta durante los estímulos en comparación a los resultados obtenidos previo a ambas experiencias. Esto se interpretó como un predominio de la rama parasimpática en respuesta a estos estímulos de naturaleza positiva para los animales. Por su parte, Coulon et al. (2015), utilizaron la VFC para estudiar la respuesta fisiológica de los corderos a las caricias. Para ello, los animales fueron sometidos diariamente a estimulación táctil positiva (caricias) por parte de su cuidadora durante aproximadamente 7 semanas (al igual que en nuestro estudio). Al finalizar este periodo, realizaron una prueba en la cual un grupo de animales experimentó nuevamente caricias por parte de la cuidadora y otro grupo estuvo expuesto a la presencia de la cuidadora mientras ésta permanecía inmóvil. Los resultados indicaron que aquellos animales que recibieron caricias durante la prueba mostraron una FC más baja y una RMSSD más alta en comparación con los que no recibieron caricias, concluyendo que los corderos acariciados experimentaron un estado emocional positivo (Reefmann *et al.*, 2009).

Adicionalmente, observamos una tendencia en los resultados de **SDNN**. Este parámetro está influenciado tanto por la rama simpática como la parasimpática (von Borell *et al.*, 2007), pero en animales estresados se pueden esperar valores más bajos de SDNN, indicativo de un predominio simpático (Byrd *et al.*, 2019, 2020). En nuestro estudio, las cerdas pertenecientes

al grupo de mínimo contacto mostraron los valores más bajos de SDNN, lo que podría reflejar una mayor tendencia al estrés en estos animales al compararlos con las cerdas del grupo de manejo negativo. Esto podría deberse a que las cerdas del grupo MHM tuvieron una menor exposición a la presencia y contacto con humanos que las cerdas del grupo MHN, quienes podrían haber desarrollado un cierto grado de habituación a la presencia y manejos por parte de la operaria. Por otro lado, las cerdas del grupo MHP presentaron valores intermedios de este parámetro, sin diferir significativamente de lo observado en los otros grupos. Es relevante señalar que, en otros estudios, como los realizados por Byrd et al. (2019, 2020) y Luna et al. (2021), no se encontraron diferencias al analizar la SDNN y comparar grupos de cerdos que habían sido sometidos a experiencias tanto negativas (Byrd *et al.*, 2019, 2020) como positivas (Luna *et al.*, 2021) con un grupo control.

En lo que respecta a los resultados obtenidos en el dominio de la frecuencia, observamos que el grupo MHN mostró valores más altos de LF, los cuales difirieron significativamente de los valores más bajos observados en los cerdos del grupo MHM. Las cerdas del grupo MHP presentaron valores intermedios, sin diferir de las cerdas de los grupos MHM y MHN. De acuerdo con lo señalado por Ernst (2017), este parámetro está modulado tanto por la rama simpática como por la parasimpática del SNA, pero valores elevados de LF suelen asociarse con una mayor actividad simpática. En consecuencia, considerando que las cerdas sometidas a manejos negativos mostraron claras conductas de miedo y evasión hacia el humano, podría inferirse que estos animales experimentaron niveles de estrés superiores a las cerdas del grupo de contacto mínimo. Estos hallazgos respaldan la idea de que la actividad simpática puede incrementarse en situaciones de estrés, lo cual se alinea con nuestras observaciones en el grupo MHN. Es relevante mencionar que, en el estudio de Luna et al. (2021), los valores más altos de LF se presentaron en cerdos que recibieron un contacto mínimo con el humano, difiriendo de lo observado en aquellos que presenciaron manejos positivos, como las caricias, realizadas por una operaria a un compañero de corral, quienes presentaron los valores más bajos. Los resultados de Luna et al. (2021) difieren de lo observado en nuestro estudio, en el cual las cerdas del grupo MHP presentaron valores más altos de LF que el grupo MHM, a pesar de no ser significativamente diferentes entre sí. Curiosamente, en un estudio realizado en humanos (Shi *et al.*, 2017), detectaron mayores niveles de este parámetro en individuos

que presentaban un estado de felicidad, en comparación con aquellos que experimentaban tristeza. Lo que sugiere que la LF podría verse afectada en situaciones positivas.

Dentro del análisis en el dominio de la frecuencia, se evaluó también la relación **LF/HF**, observándose que las cerdas sometidas a manejos negativos mostraron valores más elevados de este parámetro en comparación con los otros grupos de tratamiento. Recordemos que este grupo tuvo mayores reacciones conductuales asociadas al miedo hacia la operaria. Esto sugiere que, considerando lo anterior, el grupo MHN experimentó niveles más altos de estrés durante la prueba, ya que la relación LF/HF tiende a aumentar cuando predomina la actividad del sistema nervioso simpático (*Task force of the european society of cardiology and the north american society of pacing and electrophysiology*, 1996). Nuestros resultados se asemejan a los reportados por Byrd et al. (2020), quienes observaron que lechones castrados presentaron valores más altos de la relación LF/HF en comparación con los animales que se sometieron a una castración simulada (sin incisión ni castración real). Además, Kitajima et al. (2021) señaló que ovinos y caprinos sometidos a estrés por calor también experimentaron un aumento en este parámetro, lo que respalda la idea de que un mayor predominio de la actividad simpática está asociado con mayores valores de la relación LF/HF, indicando situaciones de estrés.

Además de evaluar parámetros lineales de la VFC en el dominio del tiempo y de la frecuencia, hemos considerado relevante incorporar mediciones no lineales (entropía muestral y *DFA short-term*) en nuestro estudio, para obtener una interpretación más precisa de la VFC. Los parámetros no lineales son considerados indicadores más sensibles, puesto que permiten analizar la estructura y organización de los datos de una manera más detallada (Byrd et al., 2019; 2020).

Con respecto a los parámetros incorporados, al analizar la **entropía muestral**, observamos diferencias significativas entre los grupos. El grupo MHN mostró valores más bajos, lo que indica una mayor regularidad de los datos de VFC, producido por un predominio de la rama simpática, sugiriendo que las cerdas sometidas a manejo negativo experimentaron un mayor nivel de estrés (Bakhchina et al., 2018; Byrd et al., 2019). Por otro lado, el grupo MHP obtuvo los valores más elevados de entropía muestral, lo que indica una mayor adaptación (o

habituaación) a la presencia humana y niveles más bajos de estrés durante la prueba. El grupo MHM obtuvo valores intermedios y no difirió significativamente con los otros grupos.

Nuestros resultados coinciden con investigaciones previas. Por ejemplo, Parois et al. (2018), reportaron que las cerdas sometidas a estrés por calor (exposición a 35°C durante una hora), mostraron valores más bajos en la entropía muestral en comparación con cerdas que fueron posteriormente refrescadas con agua fría. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Byrd et al. (2019), quienes observaron que los cerdos expuestos a un episodio de calor agudo exhibieron valores más bajos de la entropía muestral en comparación con cerdos del grupo control, lo que indica niveles más altos de estrés en los animales expuestos a temperaturas elevadas. Además, se observaron valores más bajos de este parámetro en cerdos sometidos a castración en comparación con cerdos no castrados (Byrd *et al.* 2020). Estos resultados respaldan la idea de que la entropía muestral es un indicador sensible de los niveles de estrés en los cerdos.

Respuesta emocional de las cerdas durante la prueba de arena experimental

Previamente se ha mencionado que, para evaluar el Bienestar Animal, éste debe abordarse no solo desde una perspectiva conductual y de funcionamiento biológico de los animales, sino que también se debe evaluar el estado afectivo de éstos (Fraser *et al.*, 1997). Además, se considera que, para lograr un estado de bienestar óptimo en los animales, no basta con minimizar las experiencias negativas, sino que es necesario que las experiencias y emociones positivas estén presentes a lo largo de la vida de los animales (Papageorgiou y Simitzis, 2022). Otro aspecto para considerar es que se ha comprobado que los eventos que son capaces de producir estados emocionales positivos o negativos, son recordados más fácilmente que eventos que inducen un estado emocional neutro (Khairudin *et al.*, 2012), lo que enfatiza la importancia de entregar estímulos positivos por sobre aquellos que pueden percibirse como neutros.

De acuerdo con Anderson y Adolphs (2014), la emoción refiere a un estado interno del sistema nervioso central, que se desencadena como consecuencia a estímulos específicos, dando lugar a respuestas conductuales, cognitivas, somáticas y fisiológicas de corta duración e intensas. Para poder comprender las emociones en los animales, debemos entender el

concepto de estado afectivo, el cual considera las experiencias y motivaciones que impulsan a un organismo hacia una recompensa y les permite evitar algunas situaciones desfavorables (castigo) (Kremer *et al.*, 2020). Es decir, es la conexión entre lo emocional y lo que se expresa físicamente. Leliveld *et al.* (2016) sugiere que, para evaluar los estados afectivos de los cerdos, es esencial considerar tanto las respuestas fisiológicas como las respuestas conductuales.

En nuestro estudio, después de analizar el comportamiento de los animales en conjunto con la VFC en un entorno novedoso y en presencia de su operaria, podemos mencionar que las cerdas sometidas a un trato gentil lograron establecer una RHA positiva con el humano. Estos animales mostraron conductas de afinidad, como el encaramarse y recibir casi la totalidad de caricias durante la prueba en la arena experimental. Además, desde una perspectiva fisiológica, las cerdas en el grupo MHP exhibieron un predominio de la rama parasimpática, indicado por los mayores valores en los parámetros de RMSSD y RMSSD/SDNN. Al analizar en conjunto las respuestas conductuales y fisiológicas, podemos determinar que las cerdas del grupo MHP experimentaron emociones positivas en presencia de la operaria, lo que sugiere que esta experiencia resultó ser gratificante para ellas.

Con respecto a las cerdas pertenecientes al grupo MHN, pudimos observar que conductualmente estos animales evitaron el contacto con la operaria, tardando mucho más tiempo en acercarse, además de permanecer poco tiempo alrededor y en contacto con ella. Adicionalmente, emitieron una mayor cantidad de vocalizaciones de alta intensidad, como gritos y chillidos. También, se pudo observar que rechazaron la mayoría de las caricias que la operaria les intentó otorgar, alejándose de ella, reflejando así una mayor actividad locomotora en comparación con los otros grupos. En cuanto a la respuesta fisiológica, los animales del grupo MHN, demostraron un predominio de la actividad simpática del SNA mientras se encontraban en presencia de la operaria, indicado por una mayor FC, acompañada de valores más altos en la relación LF/HF y menores valores de entropía muestral. Luego de considerar las respuestas conductuales y fisiológicas de los animales, podemos sugerir que aquellas cerdas que fueron sometidas a manejos aversivos experimentaron un estado emocional negativo durante la prueba, manifestando miedo y estrés frente a la presencia de la operaria.

Anteriormente Leliveld et al. (2016), estudió si los efectos en la valencia emocional de los cerdos, luego de otorgarles estímulos aversivos moderados o gratificantes, son capaces de ser medibles, evaluando la respuesta conductual y fisiológica de los animales. Para ello se condicionaron tres grupos a una arena de prueba en donde eran expuestos a diferentes estímulos, entregados en 11 sesiones en total, durante 9 días. Un grupo de animales experimentaron estímulos aversivos como ruidos o apariciones de objetos de forma repentina con el fin de intimidar a los animales. Por su parte, los estímulos gratificantes entregados a otro grupo de cerdos consistieron en la entrega de sustancias palatables, juguetes y paja. Además, hubo un grupo control, el cual también era trasladado a la arena de prueba, pero no experimentó estímulos aversivos ni gratificantes. Para medir la respuesta emocional de los animales, se evaluó su respuesta conductual y cardíaca (mediante la VFC) antes y después del periodo de condicionamiento. Los análisis posteriores, indicaron que los animales que experimentaron estímulos gratificantes emitieron menos vocalizaciones en general (al igual que en nuestro estudio) en comparación al grupo sometido a estímulos negativos. Pero en el ámbito fisiológico, tenían mayor FC, en comparación con el grupo control, lo que difiere de lo observado en nuestra investigación. Los resultados indicaron que, estímulos aversivos y gratificantes de carácter moderado pero repetidos, pueden provocar leves efectos en el comportamiento y fisiología de los cerdos, sin embargo, estos efectos pudieron ser medibles. Probablemente la magnitud moderada de los estímulos otorgados en el estudio de Leliveld et al. (2016), sumado a una baja cantidad de sesiones y por un corto periodo, no pudo reflejar efectos conductuales y cardíacos más notorios en los animales. A diferencia de nuestro estudio donde las cerdas estuvieron sometidas a más de 60 sesiones de manejos en un plazo de 7 semanas aproximadamente y, en consecuencia, el efecto de los tratamientos sobre la respuesta conductual y cardíaca fue extremadamente notoria entre los grupos MHP y MHN. Estados emocionales también se han evaluado en mascotas de compañía, por ejemplo, Kuhne et al. (2014) evaluó el efecto emocional del contacto físico entre humanos y perros sobre el comportamiento y actividad cardíaca en estos animales. Para ello, un grupo de perros fue familiarizado previamente con la persona que realizaría la prueba. El otro grupo de perros desconocía a esta persona, y solo se enfrentó a ella el día de la evaluación. La prueba consistió en acariciar, rascar, sostener o cubrir con la mano a los animales en diferentes partes del cuerpo, para analizar la conducta y respuesta cardíaca a estas interacciones táctiles, según la

familiaridad entre los perros y la persona que realizaba las interacciones. Los resultados arrojaron que aquellos animales que estaban familiarizados con la persona de la prueba, mostraron valores más altos de la RMSSD y RMSSD/SDNN, en comparación con el grupo no familiarizado. Los valores más bajos de RMSSD en el grupo que desconocía a la persona, estuvieron acompañados de mayores conductas de apaciguamiento (sumisión), tales como, cerrar ambos ojos, lamerse la nariz o los labios, girar la cabeza, entre otras. Además, en los perros pertenecientes a este grupo se observó una mayor frecuencia de conductas redirigidas, como oler o lamer el suelo, cavar, entre otras. Se concluyó que la respuesta conductual de los perros, como la expresión de señales de apaciguamiento, estaba acompañada de una respuesta fisiológica, que reflejó una menor actividad parasimpática, y en consecuencia las observaciones conductuales y fisiológicas reflejarían el estado emocional de los animales, el cual debe ser considerado al momento de llevar a cabo una interacción entre humanos y animales.

En otro estudio realizado en perros, Katayama et al. (2016) investigó la relación entre la VFC y estados emocionales. Se evaluó el comportamiento y la VFC de los perros mediante electrocardiograma, antes (medición basal) y durante estímulos capaces de provocar emociones positivas, y negativas. Para producir una emoción positiva en los animales, los tutores proporcionaron caricias a sus perros, y para la obtención de una emoción negativa, los tutores abandonaron la sala de prueba. Los resultados demostraron que, frente a emociones positivas, los animales presentaron menores valores de SDNN en comparación con la medición basal. Con respecto a la respuesta cardíaca frente a emociones negativas, los animales presentaron menores valores de RMSSD que en la primera medición. Estos resultados estuvieron acompañados de comportamientos que fueron inducidos por el estrés, tales como, ladrar, exploración de la puerta y permanecer junto a ella. Los autores concluyeron que la VFC es una herramienta útil para estimar el estado emocional en perros. Al igual que en nuestro estudio, las emociones negativas presentadas por los animales pudieron reflejarse tanto en la actividad cardíaca como en la respuesta conductual, presentando menores valores de RMSSD, acompañado de conductas relacionadas con estrés, en comparación a una experiencia gratificante para los animales, como recibir caricias.

CONCLUSIÓN

La calidad de la RHA influye en la respuesta conductual y fisiológica de los cerdos, repercutiendo directamente en su estado afectivo. Aquellos animales que fueron expuestos a manejos negativos durante un periodo prolongado evidenciaron conductas de miedo ante la operaria. Fisiológicamente, presentaron una mayor actividad simpática, reflejando el estrés que les provocó estar en presencia del humano. Por el contrario, entregar caricias y hablar con voz suave y gentil a las cerdas, pudo inducir un estado afectivo positivo en los animales, lo cual se evidenció en conductas de afinidad con la operaria, como, por ejemplo, el encaramarse sobre ella y aceptar casi la totalidad de las caricias. Asimismo, presentaron un predominio de la actividad parasimpática, lo que sugiere que estar en presencia y contacto físico con la operaria provocaba en las cerdas un efecto gratificante.

Resulta interesante destacar los efectos que el manejo rutinario provocó en las cerdas pertenecientes al tratamiento de mínimo contacto con el humano. Sin embargo, a pesar de que durante la prueba en un entorno novedoso mostraron diversas conductas similares a las cerdas manejadas positivamente, la respuesta fisiológica de estos animales indicó un efecto menos gratificante ante la presencia del humano, lo que se evidenció en menores valores de RMSSD y de la relación RMSSD/SDNN. Además, debemos considerar que el Bienestar Animal, no sólo conlleva disminuir los estímulos aversivos, sino que también es necesario entregar experiencias positivas a los animales.

BIBLIOGRAFÍA

ANDERSON, D.; ADOLPHS, R. 2014. A framework for studying emotions across species. *Cell*. 157 (1): 187-200.

BAKHCHINA, A.; ARUTYUNOVA, K.; SOZINOV, A.; DEMIDOVSKY, A.; ALEXANDROV, Y. 2018. Sample entropy of the heart rate reflects properties of the system organization of behaviour. *Entropy*. 20 (6): 1-22.

BATTINI, M.; BARBIERI, S.; WAIBLINGER, S.; MATTIELLO, S. 2016. Validity and feasibility of Human-Animal Relationship tests for on-farm welfare assessment in dairy goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 178: 32-39.

BYRD, C.; JOHNSON, J.; RADCLIFFE, J.; CRAIG, B.; EICHER, S.; LAY D. 2019. Nonlinear analysis of heart rate variability for evaluation the growing pig stress response to an acute heat episode. *Animal*. 1-9.

BYRD, C.; RADCLIFFE, J.; CRAIG, B.; EICHER, S.; LAY D. 2020. Measuring piglet castration pain using linear and non-linear measures of heart rate variability. *Anim. Welf.* 29: 257-269.

BRAJON, S.; LAFOREST, J.; BERGERON, R.; TALLET, C.; HÖTZEL, M.; DEVILLERS, N. 2015a. Persistency of the piglet's reactivity to the handler following a previous positive or negative experience. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 162: 9–19.

BRAJON, S.; LAFOREST, J.; SCHMITT, O.; DEVILLERS, N. 2015b. The way humans behave modulates the emotional state of piglets. *PLoS One*. 10 (8): 1-17.

CLAPP, J.; CROARKIN, S.; DOLPHIN, C.; LYONS, S. 2015. Heart rate variability: a biomarker of dairy calf welfare. *Anim. Prod. Sci.* 55: 1289–1294.

COULON, M.; NOWAK, R.; PEYRAT, J.; CHANDÈZE, H.; BOISSY, A.; BOIVIN, X. 2015. Do lambs perceive regular human stroking as pleasant? Behavior and heart rate variability analyses. *PLoS One*. 10 (2): 1-14.

DE JONG, I.; SGOIFO, A.; LAMBOOIJ, E.; KORTE, S.; BLOKHUIS, H.; KOOLHAAS, J. 2000. Effects of social stress on heart rate and heart rate variability in growing pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 80: 273-280.

- DE OLIVEIRA, D.; DA COSTA, M.; ZUPAN, M.; REHN, T.; KEELING, L.** 2015. Early human handling in non-weaned piglets: Effects on behaviour and body weight. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 164: 56-63.
- DELIGEORGIS, S.; KARALIS, K.; KANZOUROS, G.** 2006. The influence of drinker location and colour on drinking behaviour and water intake of newborn pigs under hot environments. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 96 (3-4): 233-244.
- ERNST, G.** 2017. Heart-rate variability—more than heart beats?. *Front. Public Health.* 5: 240.
- ESTÉVEZ-MORENO, L.; MIRANDA-DE LA LAMA, G.; MIGUEL-PACHECO, G.** 2022. Consumer attitudes towards farm animal welfare in Argentina, Chile, Colombia, Ecuador, Peru and Bolivia: A segmentation-based study. *Meat Sci.* 187: 108747.
- FRASER, D.; WEARY, D.; PAJOR, E.; MILLIGAN, B.** 1997. A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. *Anim. Welf.* 6: 187-205.
- FRIAD, O.; GAMBA, M.** 2016. BORIS: a free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. *Methods Ecol. Evol.* 7: 1325-1330.
- FRONDELIUS, L.; JÄRVENRANTA, K.; KOPONEN, T.; MONONEN, J.** 2015. The effects of body posture and temperament on heart rate variability in dairy cows. *Physiol. Behav.* 139: 437-441.
- GODOI, T.; DE SOUZA, R.; DE GODOI, F.; DE ALMEIDA, F.; DE MEDEIROS, M.** 2022. Physiological and behavioral response of foals to hot iron or freeze branding. *J. Vet. Behav.* 48: 41-48.
- HAYES, M.; HEMSWORTH, L.; MORRISON, R.; TILBROOK, A.; HEMSWORTH, P.** 2021. Positive human contact and housing systems impact the responses of piglets to various stressors. *Animals.* 11. 1619: 1-19.
- HEMSWORTH, P.; BARNETT, J.; HANSEN, C.** 1981. The influence of handling by humans on the behavior, growth, and corticosteroids in the juvenile female pig. *Horm. Behav.* 15: 396-403.

HEMSWORTH, P.; BARNETT, J.; COLEMAN, G.; HANSEN, C. 1989. A study of the relationships between the attitudinal and behavioural profiles of stockpersons and the level of fear of humans and reproductive performance of commercial pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 23: 301-314.

HEMSWORTH, P.; COLEMAN, G. 2011. Human-animal interactions and animal productivity and welfare. **In:** Human-livestock interactions: The stockperson and the productivity and welfare of intensively farmed animals. 2^a ed. CABI. Wallingford, Reino Unido. pp. 47-83.

HEMSWORTH, P.; GONYOU, H.; DZIUK, P. 1986. Human communication with pigs: The behavioural response of pigs to specific human signals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 15: 45-54.

HENRY, S.; HEMERY, D.; RICHARD, M.; HAUSBERGER, M. 2005. Human–mare relationships and behaviour of foals toward humans. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 93 (3-4): 341-362.

JAHN-EIMERMACHER, A.; LASARZIK, I.; RABER, J. 2011. Statistical analysis of latency outcomes in behavioral experiments. *Behav. Brain Res.* 221: 271-275.

KATAYAMA, M.; KUBO, T.; MOGI, K.; IKEDA, K.; NAGASAWA, M.; KIKUSUI, T. 2016. Heart rate variability predicts the emotional state in dogs. *Behav. Processes.* 128: 108-112.

KHAIRUDIN, R.; NASIR, R.; HALIM, F.; ZAINAH, A.; SHAHRAZAD, W.; ISMAIL, K.; VALIPOUR, G. 2012. Emotion and explicit verbal memory: evidence using Malay Lexicon. *Asian. Soc. Sci.* 8 (9): 38-45.

KITAJIMA, K.; OISHI, K.; MIWA, M.; ANZAI, H.; SETOGUCHI, A.; YASUNAKA, Y.; HIMENO, Y.; KUMAGAI, H.; HIROOKA, H. 2021. Effects of heat stress on heart rate variability in free-moving sheep and goats assessed with correction for physical activity. *Front. Vet. Sci.* 8: 1-12.

KOVÁCS, L.; KÉZÉR, F.; TÓZSÉR, J.; SZENCI, O.; PÓTI, P.; PAJOR, F. 2015. Heart rate and heart rate variability in dairy cows with different temperament and behavioural reactivity to humans. *PLoS One.* 10 (8): 1-13.

KREMER, L.; HOLKENBORG, S.; REIMERT, I.; BOLHUIS, J.; WEBB, L. 2020. The nuts and bolts of animal emotion. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 113: 273-286.

KUHNE, F.; HÖBLER, J.; STRUWE, R. 2014. Emotions in dogs being petted by a familiar or unfamiliar person: Validating behavioural indicators of emotional states using heart rate variability. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 161: 113-120.

LELIVELD, L.; DÜPJAN, S.; TUCHSCHERER, A.; PUPPE, B. 2016. Behavioural and physiological measures indicate subtle variations in the emotional valence of young pigs. *Physiol. Behav.* 157: 116-124.

LUNA, D.; GONZÁLEZ, C.; BYRD, C.; PALOMO, R.; HUENUL, E.; FIGUEROA, J. 2021. Do domestic pigs acquire a positive perception of humans through observational social learning?. *Animals.* 11 (1): 127.

LUNDIN, M. 2019. Effects of stockperson attitudes and handling on finishing pig behaviour and mental state. Master. Uppsala, Suecia. Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Department of Animal Environment and Health. 51p.

MARCHANT-FORDE, R.; MARLIN, D.; MARCHANT-FORDE, J. 2004. Validation of a cardiac monitor for measuring heart rate variability in adult female pigs: accuracy, artefacts and editing. *Physiol. Behav.* 80: 449-458.

MELLOR, D.; BEAUSOLEIL, N.; LITTLEWOOD, K.; MCLEAN, A.; MCGREEVY, P.; JONES, B.; WILKINS, C. 2020. The 2020 five domains model: including human-animal interactions in assessments of animal welfare. *Animals.* 10 (10): 1870.

MELLOR, D.; REID, C. 1994. Concepts of animal well-being and predicting the impact of procedures on experimental animals. *Improving the well-being of animals in the research environment.* 3-18.

MIURA, A.; TANIDA, H.; TANAKA, T.; YOSHIMOTO, T. 1996. The influence of human posture and movement on the approach and escape behaviour of weanling pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 49: 247-256.

- MOBERG, G.** 2000. Biological response to stress: Implications for animal welfare. **In:** The biology of animal stress: Basic principles and implications for animal welfare. CABI Pub. Wallingford, Reino Unido. pp 1-22.
- MOHR, E.; LANGBEIN, J.; NÜRNBERG, G.** 2002. Heart rate variability: a noninvasive approach to measure stress in calves and cows. *Physiol. Behav.* 75: 251-259.
- NAPOLITANO, F.; SERRAPICA, F.; BRAGHIERI, A.; MASUCCI, F.; SABIA, E.; DE ROSA, G.** 2019. Human-animal interactions in dairy buffalo farms. *Animals.* 9 (5): 246.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC).** 2012. Nutrient requirements of swine: Eleventh revised edition. 11th ed. The national academy press. Washington DC, Estados Unidos. 420p.
- OMSA. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SANIDAD ANIMAL.** 2022. Terrestrial Code Online Access. [en línea]. < https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/?id=169&L=1&htmfile=chapitre_aw_introduction.htm > [consulta: 28-06-2022].
- PAPAGEORGIU, M.; SIMITZIS, P.** 2022. Positive welfare indicators in dairy animals. *Dairy.* 3 (4): 814-841.
- PAROIS, S.; CABEZÓN, F.; SCHINCKEL, A.; JOHNSON, J.; STWALLEY, R.; MARCHANT-FORDE, J.** 2018. Effect of floor cooling on behavior and heart rate of late lactation sows under acute heat stress. *Front. Vet. Sci.* 5: 223.
- POL, F.; KLING-EVEILLARD, F.; CHAMPIGNEULLE, F.; FRESNAY, E.; DUCROCQ, M.; COURBOULAY, V.** 2021. Human-animal relationship influences husbandry practices, animal welfare and productivity in pig farming. *Animal.* 15 (2): 1-10.
- PUPPE, B.; SCHÖN, P.; TUCHSCHERER, A.; MANTEUFFEL, G.** 2005. Castration-induced vocalisation in domestic piglets, *Sus scrofa*: Complex and specific alterations of the vocal quality. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 95 (1-2): 67-78.
- RAULT, J.; WAIBLINGER, S.; BOIVIN, X.; HEMSWORTH, P.** 2020. The power of a positive human-animal relationship for animal welfare. *Front. Vet. Sci.* 7: 1-13.

- REEFMANN, N.; KASZÁS, F.; WECHSLER, B.; GYGAX, L.** 2009. Physiological expression of emotional reactions in sheep. *Physiol. Behav.* 98 (1-2): 235-241.
- REIMERT, I.; BOLHUIS, J.; KEMP, B.; RODENBURG, T.** 2013. Indicators of positive and negative emotions and emotional contagion in pigs. *Physiol. Behav.* 109: 42-50.
- SATO, P.; HÖTZEL, M.; VON KEYSERLINGK, M.** 2017. American citizens' views of an ideal pig farm. *Animals.* 7 (64): 1-15.
- SAYERS, B.** 1973. Analysis of heart rate variability. *Ergonomics.* 16 (1): 17-32.
- SCOPA, C.; GRECO, A.; CONTALBRIGO, L.; FRATINI, E.; LANATA, A.; SCILINGO, E.; BARAGLI, P.** 2020. Inside the interaction: contact with familiar humans modulates heart rate variability in horses. *Front. Vet. Sci.* 7: 1-11.
- SHI, H.; YANG, L.; ZHAO, L.; SU, Z.; MAO, X.; ZHANG, L.; LIU, C.** 2017. Differences of heart rate variability between happiness and sadness emotion states: a pilot study. *J. Med. Biol. Eng.* 37: 527-539.
- TALLET, C.; SY, K.; PRUNIER, A.; NOWAK, R.; BOISSY, A.; BOIVIN, X.** 2014. Behavioural and physiological reactions of piglets to gentle tactile interactions vary according to their previous experience with humans. *Livest. Sci.* 167: 331–341.
- TAMIOSO, P.; MOLENTO, C.; BOIVIN, X.; CHANDÈZE, H.; ANDANSON, S.; DELVAL, É.; HAZARD, D.; PARREIRA DA SILVA, G.; TACONELI, C.; BOISSY, A.** 2018. Inducing positive emotions: Behavioural and cardiac responses to human and brushing in ewes selected for high vs low social reactivity. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 208: 56-65.
- TANIDA, H.; MIURA, A.; TANAKA, T.; YOSHIMOTO, T.** 1995. Behavioral response to humans in individually handled weanling pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 42 (4): 249-259.
- TANIDA, H.; SENDA, K.; SUZUKI, S.; TANAKA, T.; YOSHIMOTO, T.** 1991. Color discrimination in weanling pigs. *Animal sci. technol.* 62 (11): 1029-1034.
- TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY.** 1996.

Heart rate variability - Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur. Heart J.* 17: 354-381.

VON BORELL, E.; LANGBEIN, J.; DESPRÉS, G.; HANSEN, S.; LETERRIER, C.; MARCHANT-FORDE, J.; MARCHANT-FORDE, R.; MINERO, M.; MOHR, E.; PRUNIER, A.; VALANCE, D.; VEISSIER, I. 2007. Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals – A review. *Physiol. Behav.* 92: 293-316.

WAIBLINGER, S.; BOIVIN, X.; PEDERSEN, V.; TOSI, M.; JANCZAK, A.; VISSER, E.; JONES, R. 2006. Assessing the human-animal relationship in farmed species: A critical review. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 101 (3-4): 185-242.

ANEXOS

Anexo Nro. 1. Composición de la dieta que se entregó a las cerdas durante el periodo de experimentación.

Análisis garantizado	BMS
Proteína % Min.	21,0 %
Extracto etéreo % Min.	4,6 %
Fibra cruda % Máx.	4,65 %
Humedad % Máx.	13,0 %

Ingredientes: maíz, harina de soya, harina de trigo, melaza, conchuela, cloruro de sodio, fitasa, aglomerante, antioxidantes. Vitaminas y minerales: vitamina A, vitamina D3, vitamina E, vitamina K, vitamina B2, ácido pantoténico, niacina, cloruro de colina, vitamina B12, selenio de sodio, sulfato de cobre, óxido de zinc, sulfato de manganeso, yodato de potasio, sulfato ferroso, carbonato de calcio.