



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

CARACTERIZACIÓN DE LAS EXPRESIONES FACIALES EN LA CERDA DURANTE EL PARTO

Tesis

Que para obtener el título de
Médica Veterinaria Zootecnista

Presenta

Ana Luisa Ramírez Santiago

Asesor: Dr. Miguel González Lozano

Ciudad Universitaria, Ciudad de México, 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Honorable jurado de examen

MVZ Luis Felipe Rodarte Covarrubias

Presidente

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Universidad Nacional Autónoma de México

MVZ Susana Espinosa Hernández

Vocal

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Universidad Nacional Autónoma de México

MVZ Rolando Beltrán Figueroa

Secretario

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Universidad Nacional Autónoma de México

MVZ Miguel González Lozano

Suplente

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Universidad Nacional Autónoma de México

MVZ Víctor Manuel Martínez Torres

Suplente

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Universidad Nacional Autónoma de México

Dedicatoria

A mis padres, Luis Ramírez y Libia Santiago
Sin ustedes nada de esto hubiera sido posible.

Mis hermanas,
Ana Laura y Cintia.

Millitou.

Por estar siempre conmigo, apoyándome en mis decisiones difíciles,
en mis malos momentos y en todos mis logros.

Agradecimientos

Dr. Miguel González Lozano:

Quien me ha brindado su confianza, apoyo, dedicación e infinita paciencia.

A los “Chiquitines” por su comprensión, ayuda y amistad sincera:

Sergio Rodríguez y Karol Silva por siempre impulsarme a estudiar para cada examen desde el primer semestre.

Fernando Barrera, Rafael Romero y José Armando Sánchez por confiar en mis capacidades y ayudarme a confiar en mí desde mi servicio social.

Nayeli Capistrán y Mariana Calles quienes fueron las mejores compañeras de dormitorio, por darme consejos y notitas de esas que solo las niñas saben dar.

Luis Mora, Itzcoatl López, José Luis Bautista, Manuel Barrera y Javier Morales por nuestras platicas y festejos astrales.

A los Doctores, por haber tenido siempre palabras amables y de ánimo conmigo:

Dr. Víctor Martínez por nuestras charlas y caminatas vespertinas.

Dr. Alejandro Vargas, mi cómplice, consejero y guía espiritual.

Dr. Manuel Cortez y Dr. Oscar Gutiérrez

Al “Team CEIEPP” por hacerme sentir como en casa desde el primer día. Por enseñarme que la vida cambia, las circunstancias y las personas también y a aceptar los cambios para seguir creciendo; por demostrarme que en este lugar hay gente extraordinaria.

Doctores, estudiantes de práctica y estancias, servicios sociales, ayudantes de profesor y trabajadores.

Al Dr. Orlando Juárez y Andrea Sánchez quienes también formaron parte importante en este proyecto.

Índice

Índice de cuadros.....	VII
Índice de figuras.....	VIII
Índice de gráficos.....	VIII
Lista de abreviaturas.....	IX
I. Resumen.....	2
II. Introducción.....	3
III. Marco teórico.....	4
Bienestar animal.....	4
Expresiones faciales.....	5
Dolor.....	7
Fisiología del dolor.....	8
Indicadores de dolor.....	9
El parto.....	10
Dolor al parto.....	11
Comportamiento durante el parto.....	11
Vitalidad de los lechones.....	12
Anatomía de la cabeza del cerdo.....	13
Músculos faciales.....	13
Modulación neurológica.....	16
IV. Justificación.....	18
V. Hipótesis.....	18

VI. Objetivos	19
Objetivo general	19
Objetivos específicos	19
VII. Material y métodos	20
Entorno	20
Animales	20
Equipo	21
Diseño experimental	21
Análisis estadístico	26
VIII. Resultados	29
IX. Discusión	45
X. Conclusiones	50
XI. Implicaciones	51
XII. Referencias.....	52

Índice de cuadros

Cuadro 1. Musculatura superficial de la cabeza del cerdo	14
Cuadro 2. Pares craneales involucrados en las expresiones faciales.	17
Cuadro 3. Escala de vitalidad del lechón neonato.	24
Cuadro 4. Descripción de los comportamientos cuantificados de las grabaciones de video.	25
Cuadro 5. Listado de variables	29
Cuadro 6. Cuantificación del comportamiento basal (1 hora) de las cerdas al segundo día de su ingreso a la sala de maternidad	31
Cuadro 7. Comportamientos cuantificados de cerdas durante el parto (grabaciones de video \leq 6 horas)	32
Cuadro 8. Comparación de comportamientos expresados entre cerdas antes del parto (basal) y durante el parto.....	33
Cuadro 9. Caracterización de las expresiones faciales en la cerda durante el parto	38
Cuadro 10. Análisis de componentes principales	40
Cuadro 11. Desempeño productivo de la cerda.....	43
Cuadro 12. Vitalidad de los lechones	44

Índice de figuras

Figura 1. Escala de mueca de la rata (RGS)	6
Figura 2. Vía del dolor del cerdo.....	8
Figura 3. Musculatura superficial de la cabeza del cerdo.....	15
Figura 4. Origen de los nervios craneales. Identificación de los pares craneales involucrados en las expresiones faciales.....	17
Figura 5. Esquema de ubicación de videocámaras e iluminación.	22
Figura 6. Escala de expresiones faciales de la cerda durante el parto. Ilustraciones por Andrea Sánchez.....	35
Figura 7. Sistema de modificaciones faciales como indicadores de dolor durante la fase expulsiva del parto.	36
Figura 8. Apreciación de la variable neonatal “piel manchada con meconio” de acuerdo con la escala de vitalidad neonatal.	44

Índice de gráficos

Gráfico 1. Recurrencia de las UAF al momento de la expulsión de lechones al parto	34
Gráfico 2. Porcentaje de presencia de las UAF	34
Gráfico 3. Representación de los componentes principales del análisis. Gráfico biplot.	41

Lista de abreviaturas

- AOjos: abertura de ojos
- CiOjos: cierre de ojos
- CP: componente principal
- CP1: componente principal 1
- CP2: componente principal 2
- DLD: decubito lateral derecho
- DLI: decubito lateral izquierdo
- DV: decubito ventral
- EICabeza: elevación de la cabeza
- FC: frecuencia cardiaca
- FosasDi: fosas dilatadas
- G1P: grupo 1º parto
- G2P: grupo 2º parto
- G3P: grupo 3º parto
- G4P: grupo 4º parto
- G5P: grupo 5º parto
- h: hora
- ID: identificación de la cerda
- JeSlat: roce de jeta con slat
- kg: kilogramo
- LNM: lechones nacidos muertos
- LNT: lechones nacidos totales
- LNV: lechones nacidos vivos
- lpm: latidos por minuto

- M: músculo
- Mm: músculos
- m: metro
- Mirada: rigidez orbital y mirada tensa
- min: minutos
- MovNariz: movimiento de nariz
- MoOrejas: movimiento de orejas
- N: nervio
- No. Parto: número de parto
- PaSlat: roce de patas con slat
- PCNac: peso de la camada al nacimiento
- PPNac: peso promedio al nacimiento
- ReDientes: rechinido de dientes
- UAF: unidad de acción facial
- s: segundos
- TeBarbilla: tensión de la barbilla
- TeJeta: aplastamiento de la jeta
- TeSuprO: tensión por encima de los ojos
- W: Watts

I. Resumen

RAMÍREZ SANTIAGO ANA LUISA. Caracterización de las expresiones faciales en la cerda durante el parto (bajo la dirección de: MVZ, Dr. Miguel González Lozano).

Con el propósito de evaluar las expresiones faciales y estimar del dolor en cerdas al parto, se seleccionaron 20 cerdas línea Yorkshire × Landrace, las cuales se agruparon en 5 grupos de primero a quinto parto. Al segundo día a su ingreso al área de maternidad, las cerdas fueron grabadas durante 1 hora y al momento de ruptura de la fuente comenzaría una segunda grabación hasta finalizar el parto u obtener 6h de grabación; las modificaciones en las UAF fueron evaluadas a través de la revisión de grabaciones obtenidas y mediante un etograma previamente estructurado. Durante la evaluación basal se presentó una diferencia significativa únicamente en la variable vocalización (P 0.0060), mientras que en la apreciación durante el parto fue la variable movimiento de la nariz (P 0.0242). Sin embargo, para la comparación entre eventos y mediante la prueba de Wilcoxon se encontraron diferencias en las UAF: abertura de ojos, cierre de ojos, movimiento de orejas, fosas nasales dilatadas (P 0.000) y mirada tensa, tensión por encima de los ojos, tensión de la jeta (P 0.001). Se realizó una escala de expresiones faciales de acuerdo con la recurrencia de UAF presentes durante la fase expulsiva del parto; siendo la variable abertura de ojos la que se presentó en mayor proporción con un 24.06% mientras que la variable movimiento de nariz apenas se presentó en un 0.22%. En este mismo contexto y a través de un análisis de componentes principales se encontró que las cerdas muestran una tendencia a presentar cambios en las expresiones faciales durante la expulsión de los primeros 13 lechones nacidos. Por otro lado, la vitalidad neonatal no mostró diferencias significativas entre grupos (P 0.2474). Con estos resultados se concluye que las cerdas muestran expresiones faciales sugerentes de dolor durante el período de expulsión de lechones durante el parto.

Palabras clave: expresiones faciales, dolor, parto, bienestar animal

II. Introducción

En la actualidad el interés por el comportamiento animal se ha centrado en los propios animales y no como modelos para los humanos, debido a esta situación y en lo que respecta los animales de granja se ha estado trabajando en metodologías de producción y manejo animal con el fin de establecer nuevos modelos que involucren aspectos de bienestar y comportamiento de los animales.

Pues bien, en cuanto a la producción porcina estudios recientes indican que es probable que el dolor al parto esté presente, sin embargo, la severidad del dolor experimentado alrededor del parto y su impacto en el bienestar y productividad de cerdas y lechones no ha sido completamente explorado. De ahí que Flecknell (1994) mencione que, si no se hace uso de algún método de evaluación del dolor para poder proporcionar alivio efectivo, es necesario suponer que la duración del dolor después de una intervención en animales es idéntica que en el hombre, y que el ritmo de disminución en la magnitud del mismo también es idéntico.

Mientras tanto Viscardi *et al.*, (2017) aluden que cada vez se utilizan más las expresiones faciales para evaluar el dolor en especies no humanas, incluyendo roedores, caballos y corderos; ya que con el desarrollo de estas escalas de expresiones específicas se ha permitido una detección más rápida del dolor, lo que puede conducir a un mejor bienestar animal si interviene oportunamente. Por lo tanto, el propósito del presente estudio consta en la detección, evaluación y caracterización de las expresiones faciales en la cerda durante el parto, de manera que a través de estos indicadores se pretende aportar a la investigación para el perfeccionamiento de procedimientos para minimizar o aliviar el dolor, promoviendo la mejora del bienestar animal y por lo tanto la productividad de la cerda, así como para la porcicultura moderna.

III. Marco teórico

Bienestar animal

Si bien, el concepto de bienestar animal más aceptado se refiere al estado de un individuo en relación con su entorno (Broom, 1986) siendo éste un estado medible y cuantificable; para comprender mejor dicho concepto, debemos recordar que Thorpe (1965) fue quién enfatizó que en vías de mejorar el bienestar animal, es importante comprender la biología de los animales y que estos tienen necesidades, y entre estas la de expresar algunos comportamientos particulares.

De allí pues, que Alonso (2016) refiera al bienestar animal como una ciencia con objetivos de investigación que tienden a comprender las necesidades de los animales, de tal forma que el bienestar animal no es una ideología, es simplemente un proceso científico que colecta datos para resolver preguntas.

A este respecto, el bienestar animal en el sector porcino no solo es una cuestión práctica para mejorar la salud de los animales y aumentar la productividad, es también una cuestión ética, ya que el bienestar de los cerdos es responsabilidad y compromiso de los productores, incluidas otras partes involucradas en el sector (FAO, 2016).

Dicho lo anterior, un componente clave del bienestar de los animales de granja, si fuese posible, es que estén libres de dolor, daño o enfermedad (FAWC, 2012), sin embargo, los animales de granja podrían experimentar dolor prácticamente durante toda su vida; en hembras reproductoras esto incluye el parto. Sin embargo y de acuerdo con Marcet-Rius *et al.*, (2019) faltan indicadores factibles en los animales de granja, lo que causa dificultades para obtener un análisis completo del bienestar.

Expresiones faciales

Aunque las expresiones faciales se han estudiado predominantemente en el contexto de las emociones, esto no hace que cierta expresión facial sea un indicador independiente de una emoción. No obstante, Machado & Silva (2019) mencionan que las emociones surgen cuando el cerebro recibe un estímulo externo, mientras que el sentimiento es una respuesta a la emoción y se refiere a cómo se siente el individuo ante esa emoción. Dicho de otra manera, las emociones son procesos complejos que involucran comportamiento, cognición y fisiología (Marino & Colvin, 2016).

A partir del surgimiento de trabajos enfocados en expresiones faciales, estas han sido utilizadas de forma rutinaria para evaluar el dolor en los seres humanos, especialmente en aquellos que no pueden comunicarse. En los últimos años algo semejante ocurre con los animales. Desde que se introdujo la primera escala de expresiones faciales de ratones mediante ensayos de dolor en 2010 (Langford *et al.*, 2010), se han estado desarrollado escalas para ratas (Sotocinal *et al.*, 2011), conejos (Keating *et al.*, 2012), caballos (Gleerup *et al.*, 2015), lechones (Di Giminiani *et al.*, 2016), ovinos (Häger *et al.*, 2017) y gatos (Bennett *et al.*, 2017).

De acuerdo con Camerlink *et al.*, (2018) las expresiones faciales también pueden ser una señal de intención dependiendo de cuándo ocurra la expresión facial.

De este modo, las escalas de expresiones faciales requieren identificar unidades de acción facial (UAF) específicas que cambian cuando los animales tienen dolor, como la posición de la oreja, el apriete orbital y edema de la nariz. De acuerdo con Viscardi *et al.*, (2017) se han descrito al menos cuatro UAF para cada escala, y todas las escalas han demostrado una alta confiabilidad interobservador entre los participantes, sugiriendo que son exactos y fáciles de utilizar.

A pesar de la evidencia de que existen estos cambios en las expresiones faciales en animales de experimentación bajo estímulos nocivos, no se han realizado de manera natural o espontánea como lo es el parto. Teniendo en cuenta la fuerte y

continua dependencia del campo de dolor en animales, la capacidad de detectar de forma fiable y precisa el dolor, en tiempo real, utilizando expresiones faciales podría ofrecer una herramienta científica única y poderosa, además de tener beneficios obvios para la medicina veterinaria (Langford *et al.*, 2010).

Por lo cual, la evaluación de expresiones faciales como indicadores de dolor al parto en la cerda representa una importante oportunidad de mejora, pues con base en ello podremos conocer el momento en que debe ser realizado determinado manejo para minimizar el dolor o la duración de este durante la fase de expulsión de lechones.

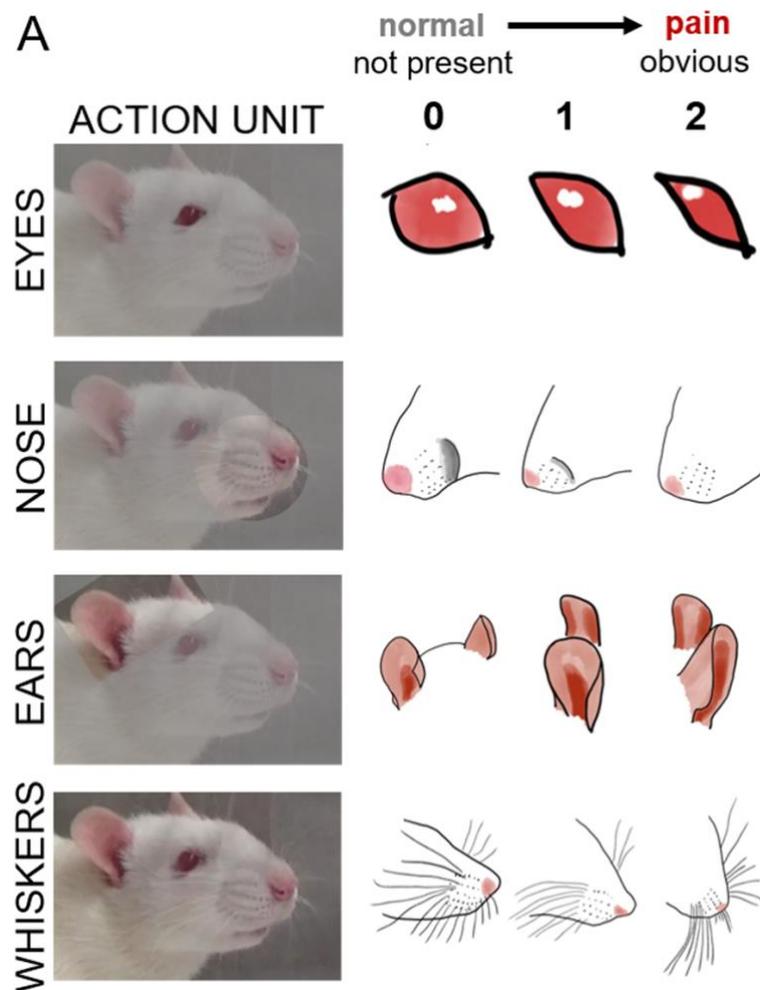


Figura 1. Escala de mueca de la rata (RGS). Extraído de: Sperry *et al.*, (2018).

Dolor

Las razones por las cuales el veterinario debe controlar el dolor de sus pacientes no solo son éticas, sino que se basan en prevenir las graves consecuencias. Así al hablar de dolor en los animales, la definición más utilizada es la de Zimmerman (1986), quien lo define como una experiencia sensorial aversiva causada por una lesión real o potencial que provoca reacciones protectoras y vegetativas, dando como resultado un comportamiento aprendido de evitación y puede modificar el comportamiento específico de la especie.

Algo semejante ocurre con León (2002), quien reconoce el dolor como una experiencia única e individual compuesta por 3 niveles: primero un nivel básico sensorial-discriminativo, en el que hay una clase de respuesta al dolor como la retirada o huida en respuesta a un estímulo nocivo. Segundo, el nivel motivacional-afectivo, en el cual la experiencia dolorosa previa se relaciona con los componentes motivacionales del comportamiento y no siempre se puede considerar como una respuesta directa a un estímulo. Tercero, el nivel cognitivo-evaluativo el cual es extremadamente complejo y está influenciado por muchas variables externas y el ambiente.

Con respecto a los cerdos, estos tienen suficiente capacidad cognitiva y emocional para experimentar estados afectivos negativos como el dolor y no solo muestra un comportamiento de evitación reflexiva en respuesta al daño tisular (Herskin & Di Giminiani, 2018). Por lo que el reconocimiento del dolor en los animales es claramente importante para el bienestar de los animales. Si el dolor no puede ser identificado adecuadamente, ni su severidad y naturaleza evaluada, entonces no se puede aliviar de manera óptima y los procedimientos que causan dolor no se pueden refinar (Descovich *et al.*, 2017).

Fisiología del dolor

De acuerdo con Camps Morey & Amat (2013), el dolor consta de un componente fisiológico (nocicepción), que engloba los procesos de transducción, transmisión y modulación, y un componente afectivo o emocional, que se denomina percepción. Así mismo, Mogil (2009) puntualiza que la fisiopatología del dolor también parece depender del tejido particular afectado, por ejemplo, si es cutáneo, profundo (músculos o articulaciones) o visceral.

Además, independientemente del estado del dolor, la ubicación anatómica del daño tisular involucrado implica algunas características típicas, como la experiencia y la expresión del dolor, que pueden ser importantes para las consecuencias del dolor en términos de bienestar animal (Herskin & Di Giminiani, 2018).

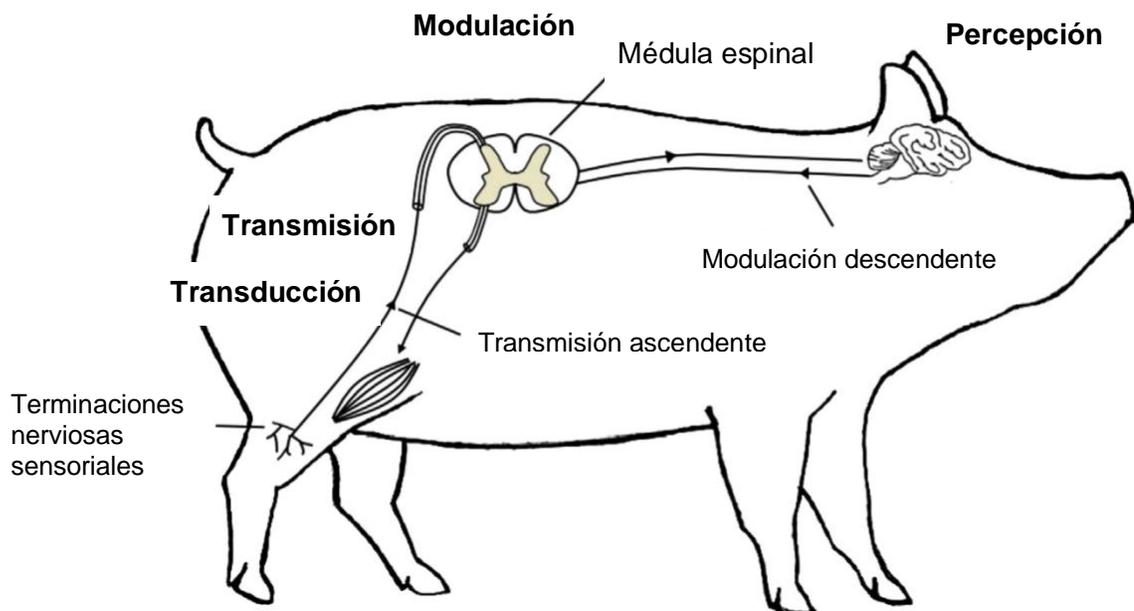


Figura 2. Vía del dolor del cerdo. Desde que las fibras aferentes se activan por estímulos, la información se transmite al asta dorsal espinal y llega a la corteza somatosensorial donde se produce la percepción del dolor (transmisión ascendente). La transmisión del dolor puede ser modulada por el asta dorsal de la médula espinal o por mecanismos inhibitorios descendentes del cerebro, a través de la liberación de neurotransmisores (modulación descendente). Extraído de: Herskin & Di Giminiani, (2018). Ilustración por Pierpaolo di Giminiani.

Indicadores de dolor

Con respecto a la evaluación del dolor en la medicina veterinaria, se ha tendido a utilizar indicadores generales, fisiológicos y de comportamiento (Weary *et al.*, 2006). Así mismo existen diversos indicadores de dolor en animales, que a menudo están más relacionadas con medidas directas de salud y enfermedad, o con medidas indirectas de comportamiento, como las lesiones de la piel, en lugar del comportamiento mismo (Marchant-Forde, 2015).

Dentro de este marco, Sneddon *et al.*, (2014) estudiaron algunas especies mamíferas a modo de conocer cómo se cumple con los criterios sugeridos para el dolor animal, y mencionan que los estímulos que se informan como dolorosos en humanos, inducen respuestas fisiológicas y de comportamiento similares en especies de mamíferos como el cerdo. De igual forma, señalan que el comportamiento representa el índice de dolor animal más comúnmente utilizado y se puede categorizar por su nivel de complejidad.

En cuanto a dolor en cerdas al parto se refiere, Mainau *et al.*, (2018) describen indicadores de comportamiento que incluyen: movimientos hacia adelante de las patas traseras, arqueado de la espalda, dar patadas, temblor y sacudidas de la cola. Así pues, al momento de evaluar dolor en animales se deben describir las estructuras involucradas en el cambio de comportamiento con profundidad y la consecuencia de este, dependiendo de la finalidad de la observación.

Por ejemplo, Mainau *et al.*, (2018) sugieren que el arqueamiento de la espalda parece estar relacionado con las contracciones uterinas, mientras que la sacudida de la cola está fuertemente asociada con la expulsión inminente de los lechones. El temblor podría ser indicativo de los efectos acumulativos de la inflamación, el dolor y la fatiga a medida que avanza el parto.

El parto

De acuerdo con Van Rens & Van Der Lende, (2004) el parto es descrito como un evento estresante tanto para la madre como para el feto, y a la vez complejo ya que para que se pueda efectuar es necesario que se den cambios hormonales, contracciones uterinas, posición y expulsión fetal, así como el desprendimiento y expulsión de la placenta.

De igual manera es referido como el suceso que da finalización a la gestación, el cual requiere la relajación y dilatación del cuello uterino y un miometrio contráctil dando como resultado la expulsión del feto y de sus membranas (Taverne, 1992).

Atendiendo a estas consideraciones, Althouse (2015) menciona que el parto se inicia por el aumento de los niveles de cortisol cuyo estímulo es la liberación de prostaglandina F_{2α} desde el útero; esta a la vez causa luteólisis de los cuerpos lúteos y liberación de relaxina, lo que provoca la relajación del canal de parto y el cuello uterino. La oxitocina se libera de la glándula pituitaria, lo que causa contracciones uterinas y el inicio del parto. Los lechones generalmente se entregan a intervalos frecuentes (10–15 min; rango de 5–45 min).

Conforme con lo anterior, Björkman (2017) refiere que el parto es dividido en tres fases: la primera, dilatación del cérvix, aproximadamente 12 h antes de la expulsión del primer lechón y presentando una mayor actividad miométrica. La segunda, implica el esfuerzo abdominal de la cerda en decúbito lateral y la expulsión de los lechones. Finalmente, la expulsión de placenta, la cual puede comenzar antes del final de la segunda etapa y toma de 20 min a 12 h en la cerda.

Por su parte, Mainau & Manteca (2013) señalan que la duración promedio de un parto normal en cerdas, desde el primer hasta el último lechón es de 2.5 horas; y los partos más largos (3-4 horas) se consideran potencialmente problemáticos y por lo tanto más dolorosos.

Dolor al parto

En relación con el dolor al parto Chapman & Nakamura, (1999) lo reconocen como dolor agudo con al menos dos dimensiones, un componente sensorial y afectivo. A causa de esto, el dolor del parto ha recibido un gran interés científico.

Generalmente se acepta que el parto en cualquier especie es un proceso doloroso; además, los nacimientos asociados con partos difíciles o distocia pueden causar niveles inaceptablemente altos de dolor en la madre (Mainau & Manteca, 2011).

Sin embargo, Ison *et al.*, (2016) señalan que aunque se cuenta con estudios previos que indican es probable haya dolor al momento del parto, no obstante la gravedad del dolor que se experimenta en cerdos y el impacto en el bienestar y la producción de cerdas y lechones no se ha explorado completamente.

Ahora bien, el estudio de dolor al parto en cerdos merece más atención en investigación, de tal forma que se cuente con información suficiente para su reconocimiento más allá de sólo caracterizar los patrones de comportamiento normal (Jensen, 1988) (Jensen, 1986).

Comportamiento durante el parto

Algunas horas antes del parto, las cerdas muestran un comportamiento natural de construcción de nidos, expresando el deseo de construir un refugio para proteger a su descendencia. A pesar de ello, la posibilidad de realizar estas actividades naturales en jaulas de parto es limitada debido a la falta de espacio, material o ambos (Peltoniemi *et al.*, 2016) por lo que este comportamiento se presenta de manera prolongada sin éxito.

A diferencia del resto de los ungulados, las cerdas no lamen a sus crías recién nacidas, aunque, en condiciones naturales se ha observado que la cerda se levanta y olfatea a sus lechones durante el parto, cambiando de postura más frecuentemente entre el nacimiento del primero y segundo lechón (Olmos & Mota,

2008); generalmente permanecen en decúbito lateral durante la mayor parte del parto.

Vitalidad de los lechones

La valoración de la vitalidad del lechón al nacer está estrechamente relacionada con la supervivencia del recién nacido, su importancia radica en la detección y evaluación oportuna de situaciones de emergencia vitales para el recién nacido, así como efectuar reanimación neonatal de manera oportuna.

Basado en la escala creada por Apgar en 1953 y utilizada en neonatos humanos, Randall desarrolló un método de evaluación clínica individual para la evaluar la viabilidad de lechones. Posteriormente, De Roth & Downie, (1976) reportaron la relación existente entre una la evaluación de la escala Apgar modificada y las características de nacimiento y muerte en cerdos recién nacidos; dicha escala fue descrita por Zaleski & Hacker, (1993) la cual fue modificada por Mota-Rojas et al., (2005).

Los indicadores que esta escala incluye son: frecuencia cardiaca (ausente, <120 lpm y >120 latidos por minuto); latencia a inspiración (>1 min., 15 s - 1 min. y <15 segundos); color de piel (pálido, cianótico y rosado); latencia a ponerse de pie (>5 min., 1 - 5 min. y <1 minuto); y piel manchada con meconio (severo, moderado y ausente). Dichos indicadores han sido clasificados de 0 (peor) al 2 (mejor) y con base en ellos se obtiene una calificación con rango de 0 a 10 para cada neonato.

Anatomía de la cabeza del cerdo

Desde una perspectiva anatómica, Dyce (2010), alude que la característica más notable de la cabeza del cerdo es el hocico. Su extremo libre y móvil que se asemeja a un disco constituye el *rostrum* (jeta) el cual proporciona inserción a los cartílagos nasales y al músculo elevador del labio superior, principal motor de esta zona anatómica. Con respecto a los ojos, estos quedan implantados profundamente y aparentan ser pequeños. Mientras que los pabellones auriculares presentan diferencias de conformación interracial (Gil *et al.*, 2017).

Músculos faciales

Antes de examinar las expresiones faciales, es importante conocer los músculos que se ven involucrados en este proceso, para así obtener una mejor descripción de los cambios presentados durante el parto.

De acuerdo con Liebich *et al.*, (2004) la musculatura facial puede ser subdividida en un estrato superficial y uno profundo; por lo general ambos inervados por el nervio facial. El estrato superficial puede ser definido como musculatura de la mímica e incluye la musculatura cutánea de la cabeza y el cuello, así como un gran número de músculos más pequeños responsables de los movimientos y los cuales han sido clasificados como: músculos de los labios y mejillas, músculos de la nariz, músculos extraorbitarios de los párpados y músculos del pabellón de la oreja.

Cuadro 1. Musculatura superficial de la cabeza del cerdo

ID	Músculo	Función
1	M. elevador del labio superior (<i>M. levator labii superioris</i>)	Eleva y retrae el labio superior
4	M. depresor del labio superior (<i>M. depressor labii superioris</i>)	Deprime el labio superior
6	M. canino (<i>M. caninus</i>)	Dilata ollares o retrae el labio superior
7	M. elevador nasolabial (<i>M. levator nasolabialis</i>)	Eleva el labio superior y la porción dorso lateral del ollar
9	M. cigomático (<i>M. zygomaticus</i>)	Retrae el ángulo de los labios
10	M. cutáneo de los labios (<i>M. cutaneus labiorum</i>)	Retrae el ángulo de la boca
11	M. depresor del labio inferior (<i>M. depressor labii inferioris</i>)	Deprime el labio inferior
12	M. mentoniano (<i>M. mentalis</i>)	Movimientos del mentón (Es un músculo débil)
13	M. masetero (<i>M. masseter</i>)	Eleva y lateraliza la mandíbula
14	M. parotidoauricular (<i>M. parotidoauricularis</i>)	Eleva o deprime el pabellón auricular
A.	M. malar (<i>M. malaris</i>)	Deprime el párpado inferior (Músculo poco desarrollado)
B.	M. elevador del ángulo del ojo (<i>M. levator anguli oculi</i>)	Eleva el ángulo palpebral
C.	M. orbicular de la boca (<i>M. orbicularis oris</i>)	Cierra la boca
D.	M. orbicular del ojo (<i>M. orbicularis oculi</i>)	Cierre del ojo

Liebich *et al.*, 2004; Sisson, 2001

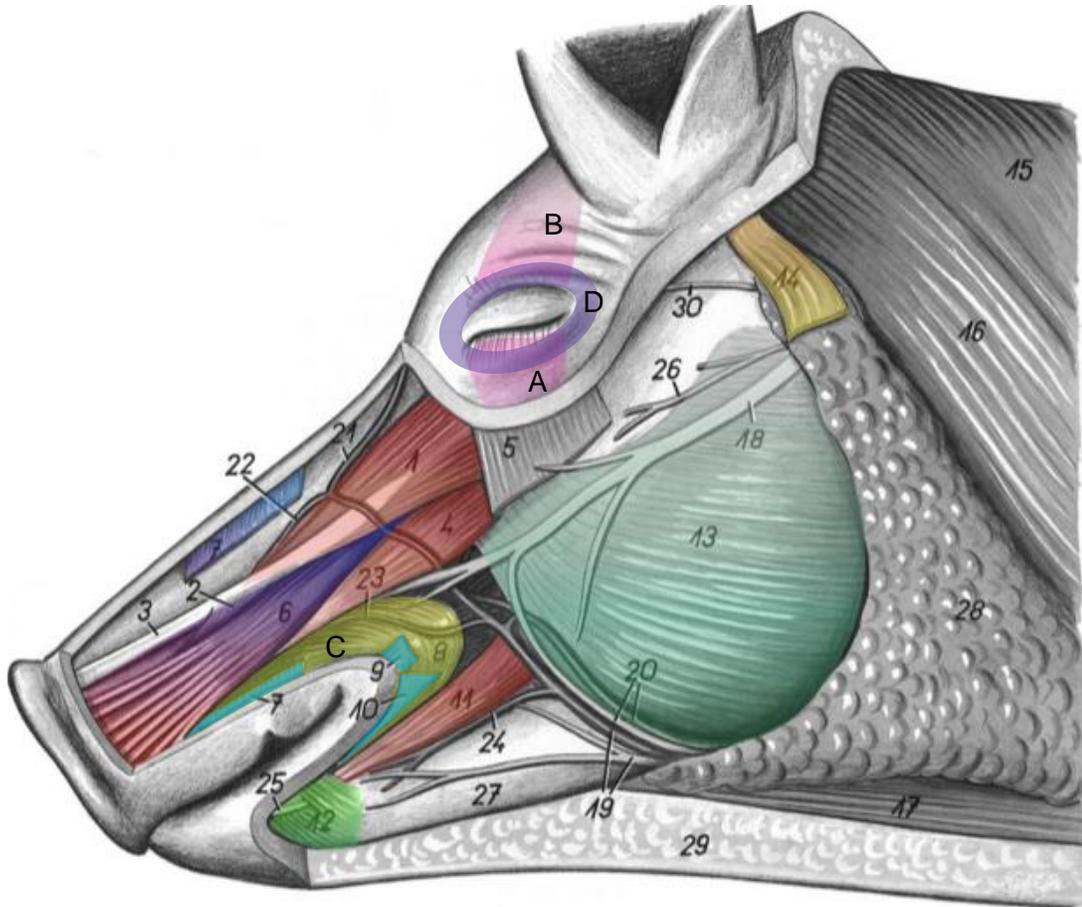


Figura 3. Musculatura superficial de la cabeza del cerdo. Señalización de los músculos listados en el Cuadro 1.

Extraído de: Popesko, 1998

Modulación neurológica

Dentro del marco de las expresiones faciales, podemos encontrar al sistema motor facial el cual recibe aferencias nerviosas de distintos centros de la formación reticular troncoencefálica y del sistema límbico (Delgado-García, 2002).

Entre las funciones que posee el tallo cerebral, se encuentra la regulación de gestos faciales, movimientos masticatorios, movimientos oculares, entre otros, ya que en sus diferentes niveles están localizados los núcleos motores y parasimpáticos que corresponden al origen real de la gran mayoría de nervios craneales, entre ellos el facial, cuyos orígenes se localizan a nivel de la protuberancia o puente (Rivera-Cardona, 2012).

Si bien al nervio facial se le reconoce por su predominante inervación motora a los músculos de la mímica facial, también recoge impulsos sensitivos del conducto auditivo externo y de la región retro auricular.

Los nervios craneales implicados en las expresiones faciales conducen los impulsos sensitivos de la piel y mucosas de la cabeza, adicional a ello, estimulan las funciones motoras de cara, lengua y algunos músculos del cuello.

Cuadro 2. Pares craneales involucrados en las expresiones faciales.

ID	Par	Nervio	Función
3	III	Nervio oculomotor (<i>N. oculomotoris</i>)	Manda ordenes a la mayoría de los músculos que intervienen en el movimiento de los ojos y párpados.
4	IV	Nervio troclear o patético (<i>N. trochlearis</i>)	Se ocupa del movimiento del globo ocular; manda señales al músculo oblicuo superior del ojo.
5	V	Nervio trigémino. Raíz motora y sensitiva (<i>N. trigeminus. Radix motoria et sensorial</i>)	Asegura la sensibilidad de casi toda la cabeza (ojos, dientes, piel de la cara) y motricidad de los músculos masticadores.
6	VI	Nervio abducens (<i>N. abducens</i>)	Encargado de hacer que el ojo se mueva.
7	VII	Nervio intermediofacial (<i>N. intermediofacialis</i>)	Controla los músculos de las expresiones faciales.

König & Liebich, 2008

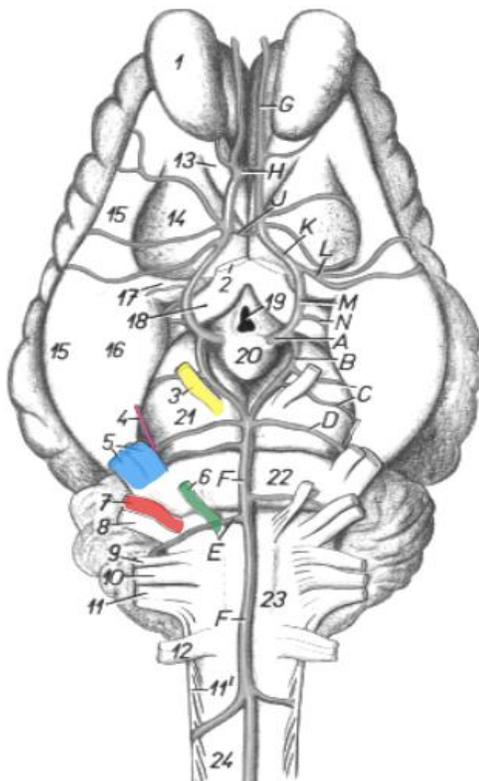


Figura 4. Origen de los nervios craneales. Identificación de los pares craneales involucrados en las expresiones faciales.

Extraído de: Popesko, 1998

IV. Justificación

El bienestar de los animales está fuertemente influenciado por la calidad del cuidado de los animales que, a su vez, depende de la habilidad, el conocimiento y la atención de los productores de animales y su personal (Fraser, 2015).

Asimismo, ha surgido la necesidad de realizar protocolos que describan y caractericen los comportamientos relacionados con el dolor durante el trabajo de parto en la cerda, de tal forma que se cuente con información suficiente más allá de sólo caracterizar los patrones de comportamiento normal. En este sentido, la evaluación de expresiones faciales resultaría un método idóneo debido a nuestra capacidad para reconocer el dolor, además de ser una forma relativamente reciente de evaluar el dolor en animales (Keating *et al.*, 2012).

V. Hipótesis

El parto resulta en un proceso doloroso, por lo cual se verá reflejado en las expresiones faciales de la cerda y su desempeño durante el nacimiento de los lechones.

VI. Objetivos

Objetivo general

Caracterizar las expresiones faciales de la cerda como indicador de dolor durante el parto.

Objetivos específicos

Realizar una escala de expresiones faciales para el reconocimiento de dolor en cerdas al parto.

Establecer la relación de expresiones faciales de la cerda con el desempeño del parto y estado de los lechones al nacimiento.

VII. Material y métodos

Entorno

El presente estudio se llevó a cabo dentro de las instalaciones del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Porcina (CEIEPP) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), ubicado en el municipio de Jilotepec, Estado de México.

El CEIEPP cuenta con una piara de 160 cerdas reproductoras, con un sistema todo dentro - todo fuera y un flujo de producción de 8 partos por semana. Dentro de la sala de maternidad cada cerda dispuso de una jaula individual diseñada para partos con dimensiones de 0.55 m de base, 1.05 m de altura y 2 m de largo. Durante su permanencia en esta área, a las cerdas se les proporcionó alimento específico para esta etapa reproductiva (sobre un tapete plástico), agua *ad libitum* y estuvieron sujetas a temperaturas entre los 18°C y 22°C, con ventilación manual, iluminación natural y artificial (principalmente al momento del parto).

Animales

De la piara, fueron seleccionadas 20 cerdas de línea Yorkshire - Landrace, primerizas y multíparas (hasta 5º parto) mediante el programa PigCHAMP Care® versión 4.5.4. Estas fueron distribuidas en 5 grupos de 4 cerdas cada uno y de acuerdo con su número de paridad: 1º parto (G1P), 2º parto (G2P), 3º parto (G3P), 4º parto (G4P) y 5º parto (G5P). La cantidad de animales incluidos en el estudio fue establecida considerando que el presente protocolo fue un estudio preliminar, ya que no ha sido realizado algo similar en la cerda durante el desarrollo del parto sin intervención humana invasiva.

Equipo

1 videocámara GoPro® Hero 4 Sessions

1 videocámara GoPro® Hero 5 Black

1 extensión con foco de 40 Watts

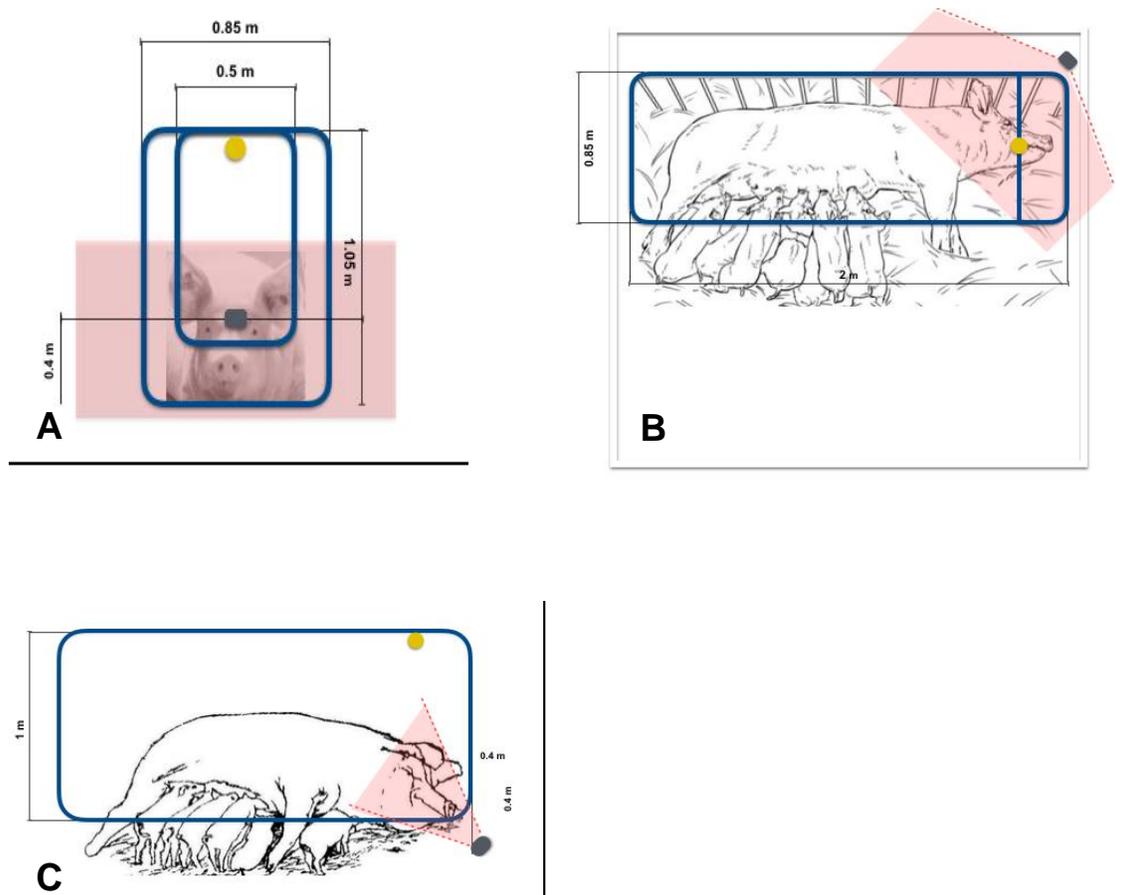
1 computadora Dell® OptiPlex 9020 SFF

Diseño experimental

Todas las hembras fueron introducidas al área de maternidad en la semana con fecha probable de parto, para que contaran con un periodo de adaptación a la jaula previo al inicio de las observaciones. Las cerdas fueron monitoreadas constantemente hasta el inicio del nacimiento de los lechones, y aun cuando el parto ocurriera antes o después de la fecha probable de parto, estas fueron grabadas. La atención del parto, evaluación de vitalidad de los lechones, movilización de cámaras y observaciones se llevaron a cabo por una sola persona.

Para la grabación de los videos basales únicamente se utilizó una videocámara y durante los partos se utilizaron dos videocámaras, las cuales eran alternadas debido a la duración de la batería. Previo a la colocación de las cámaras, el comedero fue retirado para así procurar un rango de visión adecuado. La cámara en turno era colocada de frente o a un lado a la cerda (a nivel del piso) y/o frente a la jaula de maternidad a la altura de la cabeza de la cerda, para así contar con una vista integral de la jeta de la cerda de frente o ligeramente por encima de ella. Así mismo, durante el transcurso del parto y dependiendo de la posición en que la cerda se encontrara, la cámara era reubicada con la finalidad de siempre grabar en el mejor ángulo posible y de acuerdo con la posición de la cabeza de cada cerda.

Figura 5. Esquema de ubicación de videocámaras e iluminación.



5A. Vista frontal: la videocámara se encuentra de frente a la altura de la cabeza de la cerda; 5B. Vista aérea: la videocámara se encuentra a un lado de la cerda; 5C. Vista lateral: la videocámara se encuentra a un lado de la cerda.

El símbolo ● representa un foco de 40 Watts, el símbolo ■ representa una videocámara.

El estudio se realizó en dos periodos:

- Periodo I: Obtención de datos.

Grabación de los parto y registro de vitalidad de los lechones.

Un día posterior a la entrada de las cerdas a la sala de maternidad, se realizó una grabación de 1 hora, la cual tendría la finalidad de servir como control o basal. Dicha grabación se realizó durante el día, debido a que eran captadas con luz natural.

El inicio de las grabaciones se llevó a cabo después de la ruptura de la fuente, y continuó hasta completar 6 h., o menos si la duración de la fase expulsiva de los lechones se encontraba inferior a ese tiempo. En el caso de ser muy prolongado el tiempo desde la ruptura de la fuente al inicio de la fase expulsiva, la grabación iniciaba luego de la ruptura de la fuente y si después de una hora de grabación no había expulsión de ningún lechón, la grabación era interrumpida y se reanudaba hasta el nacimiento del primer lechón.

Las grabaciones tendrían una duración de máximo 6 h., considerando que en su mayoría la duración del parto en la cerda va en un rango de 2.5 a 5.5 h. (González-Lozano et al., 2008). Dichas grabaciones fueron captadas con luz artificial mediante la utilización de una lámpara halógena de 29 W. Una vez nacido el primer lechón, la grabación fue de manera continua hasta completar las 6 h. de video, independiente de la duración total del parto.

Iniciada la grabación, las cerdas no recibieron ningún manejo por lo que solo se realizó la grabación del parto mientras se recuperaban parámetros reproductivos de la cerda: intervalo de nacimiento entre cada lechón, lechones nacidos vivos, lechones nacidos muertos, duración total del parto.

En cuanto a los lechones, recibieron el mínimo manejo durante la evaluación de vitalidad neonatal, esto con la finalidad de no alterar a la cerda. De acuerdo con la escala de vitalidad descrita por Mota-Rojas *et al.*, (2005) se

evaluaron las siguientes variables inmediatamente después de nacidos los lechones (Cuadro 3).

Cuadro 3. Escala de vitalidad del lechón neonato.

Variables neonatales	Valor de la escala		
	0	1	2
Frecuencia cardíaca	ausente	< 120 lpm	> 120 lpm
Latencia a inspiración	> 1 min	15 s - 1 min	< 15 s
Color	pálido	cianótico	rosado
Latencia a ponerse de pie	> 5 min	1 - 5 min	< 1 min
Piel manchada con meconio	severo	moderado	ausente

Mota-Rojas *et al.*, 2005

- Periodo II: Evaluación y clasificación de las grabaciones obtenidas y vitalidad de los lechones.

Los datos obtenidos de las grabaciones fueron clasificados con base a un etograma previamente estructurado, de acuerdo a la modificación facial y su duración teniendo especial atención en la zona de las orejas, ojos y trompa (deformaciones y modificaciones) de acuerdo con lo descrito con Gleerup *et al.*, (2015) para equinos.

De igual forma, fueron registrados comportamientos no miméticos adicionales a las expresiones faciales, como vocalizaciones, rechinar de los dientes (bruxismo) y cambio de posición, entre otros (Cuadro 4)

Cuadro 4. Descripción de los comportamientos cuantificados de las grabaciones de video.

Categoría de comportamiento	Descripción
Abertura de ojos (AOjos)	Elevación de párpados
Cierre de ojos (CiOjos)	Apriete de ojos de manera sostenida
Mirada ¹	Rigidez orbital y mirada tensa
Tensión superior del ojo (TeSupro)	Tensión por encima de los ojos
Movimiento de orejas (MoOrejas) ¹	Movimientos de orejas de manera espontánea, hacia adelante, atrás o elevación
Movimiento de nariz (MovNariz)*	
Fosas dilatadas (FosasDi)	Fosas nasales dilatadas de manera sostenida
Aplastamiento de la jeta (TeJeta)*	
Tensión de la barbilla (TeBarbilla)	Tensión de la región mandibular
Dormitar	La cerda se encuentra con los ojos cerrados, aparentemente dormida
Vocalización*	
Masticación ¹	Movimientos masticatorios sin alimento en la boca
Rechinido de dientes (ReDientes) ²	Bruxismo, apretar la mandíbula produciendo un sonido distintivo
Roce de jeta con slat (JeSlat)*	
Elevación de la cabeza (EICabeza)	Elevación de la cabeza, está no se encuentra en contacto directo con el slat
Roce de patas con slat (PaSlat)*	
Voltearse	Cambio de posición (lateral derecho o lateral izquierdo)
Sentarse	Incorporarse hasta quedar sobre tren posterior
Levantarse	Incorporarse hasta quedar en cuadripedestación

¹Gleerup *et al.*, 2015; ²Göransson, 2016

*El nombre de la categoría se refiere a la descripción

Subsecuentemente las imágenes obtenidas de las grabaciones fueron clasificadas de acuerdo con las modificaciones en las expresiones faciales: tensión por encima de los ojos con una apariencia angular, mirada tensa, movimiento de las orejas, fosas nasales dilatadas en dirección medio lateral y tensión en la trompa, barbilla y músculos de la quijada tensos.

Al finalizar la selección de imágenes, se realizó una escala de expresiones faciales de acuerdo con las diferentes modificaciones observadas.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de las observaciones fueron analizados con pruebas no paramétricas.

1. Prueba de Kruskal Wallis

Se realizó una prueba de Kruskal Wallis del periodo basal y el momento del parto para determinar si existe diferencia entre paridad (primer parto hasta quinto parto), cuando la variable respuesta es:

AOjos, CiOjos, Mirada, TeSupro, MoOrejas, MovNariz, FosasDi, TeJeta, TeBarbilla, Dormitar, Vocalización, Masticación, ReDientes, JeSlat, ElCabeza, PaSlat, Voltearse, Sentarse, Levantarse

La hipótesis por contrastar es:

H_0 : Todas las muestras provienen de la misma población.

H_1 : Al menos una muestra proviene de una población con una distribución distinta.

Se utilizó una $\alpha = 0.05$ como nivel de significancia.

El estadístico de prueba es el siguiente:

$$K = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

Donde R^2 es el total del ranqueo de la j -ésima muestra;

n_j : es el tamaño de la muestra;

k : es el número de muestras;

N : es el tamaño de la muestra dado por:

$$\sum_{j=1}^k n_j.$$

El estadístico de prueba se distribuye aproximadamente como una χ^2 con $k-1$ grados de libertad. Cuando se encontró que existía diferencia entre periodos con una alfa < 0.05 , se utilizó una comparación múltiple de Kruskal Wallis.

2. Prueba de Wilcoxon

Para encontrar si existe diferencia entre el momento Basal y Parto en las variables:

AOjos, CiOjos, Mirada, TeSuprO, MoOrejas, MovNariz, FosasDi, TeJeta, TeBarbilla, Dormitar, Vocalización, Masticación, ReDientes, JeSlat, ElCabeza, PaSlat, Voltearse, Sentarse, Levantarse

Se uso la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, que nos permite comparar dos poblaciones cuando sus distribuciones no satisfacen las condiciones necesarias para otras pruebas paramétricas.

La hipótesis para contrastar es:

H_0 : La mediana de las diferencias de cada par de datos es = 0.

H_1 : La mediana de las diferencias entre cada par de datos es $\neq 0$.

El estadístico W es el siguiente:

$$W = \min (W+, W-)$$

$W+$ = suma de los rangos con signo positivo

$W-$ = suma de los rangos con signo negativo

Para esta prueba se usó una $\alpha = 0.05$ para rechazar la H_0 .

3. Análisis de componentes principales

Para resumir el número de variables en componentes no triviales, ortogonales y no correlacionados, se utilizó la técnica multivariada de componentes principales, que nos describe la variación no trivial de la base de datos, en los primeros dos componentes que fueron elegidos y con los cuales se elaboró un gráfico biplot. Para dicho análisis se utilizó la matriz $\mathbf{a} \times \mathbf{p}$ de datos siendo \mathbf{a} el número de niveles del criterio de clasificación y \mathbf{p} la cantidad de variables seleccionadas.

VIII. Resultados

A fin de probar que las expresiones faciales sufren modificaciones durante el parto se produjeron 9 variables para la evaluación de UAF y 10 para la cuantificación de comportamientos no miméticos durante la fase previa (basal) y mientras sucedía el parto. En total se obtuvieron 125 horas de video y de las cuales solo 1.52 horas se centraron en el análisis de las modificaciones faciales de la cerda durante la fase expulsiva del parto; adicionalmente fueron evaluados los comportamientos no miméticos presentes.

Las respuestas entre las UAF variaron desde 0.22% para “Movimiento de la nariz” hasta 24.06% para “Abertura de ojos”. En cuanto a las variables “Vocalización” antes del parto y “Movimiento de la nariz” durante el parto resultaron ser significativas, pero al realizar la comparación entre eventos solo “Tensión de la barbilla” resultó no ser significativa (Gráfico 2, Figura 6).

Cuadro 5. Listado de variables

Unidades de Acción Facial	Comportamientos no miméticos
Abertura de ojos	Dormitar
Cierre de ojos	Vocalización
Rigidez orbital y Mirada tensa	Masticación
Tensión por encima de los ojos	Rechinido de dientes
Movimiento de orejas	Roce de jeta con slat
Movimiento de nariz	Elevación de la cabeza
Fosas dilatadas	Roce de patas con slat
Aplastamiento de la jeta	Voltearse
Tensión de la barbilla	Sentarse
	Levantarse

Caracterización de las expresiones faciales de la cerda durante el parto

A continuación, se presentan los resultados de los cambios observados en las expresiones faciales antes del parto y durante el parto.

Comportamiento basal

En lo que respecta a la cuantificación del comportamiento basal (1 hora) de las cerdas al segundo día de su ingreso a la sala de maternidad, las cuantificaciones por cada UAF durante la grabación basal indican que solo se presentó un cambio significativo ($P < 0.05$) en la variable "Vocalización" ($P 0.0060$).

En cuanto a los grupos encontramos que el G2P se comporta distinto al G3P, G4P y G5P presentando más vocalizaciones y seguido por el G1P (Cuadro 6).

Comportamiento al parto

Para las cuantificaciones de cada UAF durante la grabación al parto, indican que se presentaron cambios significativos en la variable "Movimiento de la nariz" ($P 0.0242$).

Además, notamos que el G2P es diferente del G3P y G4P mostrando mayor duración de los movimientos de la nariz (64.50 ± 37.99 segundos), mientras que el G3P se diferencia del G1P, G2P y G5P por presentar menor duración de esta misma variable (Cuadro 7).

Cuadro 6. Cuantificación del comportamiento basal (1 hora) de las cerdas al segundo día de su ingreso a la sala de maternidad. Prueba de Kruskal Wallis (P < 0.05)

Categoría de comportamiento	G1P	G2P	G3P	G4P	G5P	P
	(n=4) (media ± DE)	(n=4) (media ± DE)	(n=4) (media ± DE)	(n=4) (media ± DE)	(n=4) (media ± DE)	
No. Parto	1	2	3	4	5	
Unidades de						
Acción Facial:						
AOjos (s)	11.50 ± 2.38 ^{bc}	16.25 ± 13.23 ^c	6.00 ± 4.08 ^{ab}	5.75 ± 3.40 ^a	9.25 ± 7.46 ^a	0.2437
CiOjos (s)	0.00 ± 0.00 ^{bc}	0.00 ± 0.00 ^c	0.00 ± 0.00 ^{ab}	0.00 ± 0.00 ^a	0.00 ± 0.00 ^a	-
Mirada (s)	0.00 ± 0.00 ^{bc}	0.50 ± 1.00 ^c	0.25 ± 0.50 ^{ab}	0.00 ± 0.00 ^a	0.00 ± 0.00 ^a	0.5296
TeSupro (s)	0.25 ± 0.50 ^{bc}	0.00 ± 0.00 ^c	0.00 ± 0.00 ^{ab}	0.00 ± 0.00 ^a	0.00 ± 0.00 ^a	0.4060
MoOrejas (s)	28.25 ± 14.97 ^{bc}	21.25 ± 22.94 ^c	49.00 ± 9.06 ^{ab}	26.50 ± 17.48 ^a	25.50 ± 18.27 ^a	0.2792
MovNariz (s)	12.00 ± 8.83 ^{bc}	16.50 ± 11.90 ^c	8.50 ± 6.61 ^{ab}	9.75 ± 5.50 ^a	10.25 ± 6.70 ^a	0.8354
FosasDi (s)	10.75 ± 12.20 ^{bc}	3.75 ± 6.18 ^c	0.50 ± 0.58 ^{ab}	4.75 ± 4.43 ^a	12.50 ± 12.07 ^a	0.3798
TeJeta (s)	5.00 ± 5.42 ^{bc}	1.50 ± 3.00 ^c	3.25 ± 6.50 ^{ab}	8.25 ± 9.00 ^a	5.00 ± 4.97 ^a	0.3127
TeBarbilla (s)	0.00 ± 0.00 ^{bc}	0.00 ± 0.00 ^c	0.00 ± 0.00 ^{ab}	0.00 ± 0.00 ^a	0.00 ± 0.00 ^a	-
Comportamientos no miméticos:						
Dormitar	9.50 ± 4.51 ^{bc}	13.50 ± 6.76 ^c	5.00 ± 0.82 ^{ab}	5.00 ± 2.58 ^a	5.50 ± 3.70 ^a	0.1978
Vocalización	17.25 ± 6.18 ^{bc}	21.25 ± 10.08 ^c	3.75 ± 2.22 ^{ab}	1.75 ± 1.26 ^a	2.25 ± 2.63 ^a	0.0060
Masticación	30.75 ± 28.85	26.25 ± 20.16	8.25 ± 7.09	9.50 ± 6.56	5.00 ± 2.45	0.1266
ReDientes	2.75 ± 4.27	2.25 ± 4.50	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.2186
JeSlat	1.75 ± 2.06	3.50 ± 4.36	1.25 ± 1.26	0.50 ± 0.58	1.50 ± 1.73	0.8867
EICabeza	14.25 ± 8.73	9.00 ± 3.16	10.75 ± 2.63	7.50 ± 7.33	6.00 ± 3.74	0.3593
PaSlat	0.00 ± 0.00	0.75 ± 0.96	1.00 ± 1.15	1.00 ± 1.15	0.50 ± 0.58	0.4948
Voltearse	4.50 ± 3.87	0.25 ± 0.50	1.75 ± 1.26	2.75 ± 2.06	2.25 ± 2.63	0.1209
Sentarse	1.50 ± 1.73	1.75 ± 1.26	0.75 ± 0.96	1.75 ± 2.06	2.25 ± 3.86	0.9190
Levantarse	1.25 ± 0.96	2.00 ± 1.63	0.75 ± 0.96	0.50 ± 0.58	1.25 ± 1.50	0.5392

Todos los valores de las UAF son evaluados en duración (segundos) mientras que Comportamientos no miméticos en frecuencias (número de repeticiones). Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (P > 0.05).

No. Parto: Número de parto, AOjos: Abertura de ojos, CiOjos: Cierre de ojos (apriete de ojos sostenido), Mirada: Rigidez orbital y mirada tensa, TeSuprO: Tensión por encima de los ojos, MoOrejas: Movimiento de orejas, MovNariz: Movimiento de nariz, FosasDi: Fosas dilatadas (sostenida), TeJeta: Aplastamiento de la jeta, TeBarbilla: Tensión de la barbilla (mandíbula), Dormitar: La cerda se encuentra con los ojos cerrados, aparentemente durmiendo, Vocalización: vocalizaciones, Masticación: Movimientos masticatorios, ReDientes: Rechinido de dientes (bruxismo), JeSlat: Roce de jeta con slat, EICabeza: Elevación de la cabeza, está no se encuentra tocando el slat, PaSlat: Roce de patas con slat, Voltearse: Cambio de posición, Sentarse: Incorporarse hasta quedar sobre tren posterior, Levantarse: Incorporarse hasta quedar en cuadripedestación.

Cuadro 7. Comportamientos cuantificados de cerdas durante el parto (grabaciones de video ≤ 6 horas). Prueba de Kruskal Wallis ($P < 0.05$)

Categoría de comportamiento	G1P (n=4) (media \pm DE)	G2P (n=4) (media \pm DE)	G3P (n=4) (media \pm DE)	G4P (n=4) (media \pm DE)	G5P (n=4) (media \pm DE)	P
No. Parto	1	2	3	4	5	
Unidades de						
Acción Facial:						
AOjos (s)	33.75 \pm 19.74 ^{bc}	29.25 \pm 23.04 ^c	36.50 \pm 11.93 ^a	27.50 \pm 9.15 ^{ab}	22.00 \pm 17.83 ^{bc}	0.6296
CiOjos (s)	2.75 \pm 2.22 ^{bc}	9.00 \pm 5.10 ^c	11.75 \pm 15.04 ^a	2.50 \pm 2.38 ^{ab}	3.50 \pm 2.65 ^{bc}	0.1594
Mirada (s)	2.25 \pm 0.96 ^{bc}	5.50 \pm 4.65 ^c	3.75 \pm 2.87 ^a	1.25 \pm 1.26 ^{ab}	2.50 \pm 2.89 ^{bc}	0.5056
TeSupro (s)	1.00 \pm 0.82 ^{bc}	1.75 \pm 2.22 ^c	2.25 \pm 1.71 ^a	0.50 \pm 0.58 ^{ab}	2.00 \pm 1.83 ^{bc}	0.5372
MoOrejas (s)	95.00 \pm 77.75 ^{bc}	95.75 \pm 41.51 ^c	126.25 \pm 21.72 ^a	58.00 \pm 33.22 ^{ab}	65.50 \pm 49.76 ^{bc}	0.2078
MovNariz (s)	36.00 \pm 8.37 ^{bc}	64.50 \pm 37.99 ^c	21.00 \pm 3.46 ^a	27.50 \pm 7.55 ^{ab}	40.50 \pm 7.94 ^{bc}	0.0242
FosasDi (s)	28.25 \pm 21.56	35.25 \pm 26.23	17.75 \pm 10.72	19.00 \pm 15.87	49.75 \pm 46.46	0.7666
TeJeta (s)	16.75 \pm 16.96	22.00 \pm 18.49	9.00 \pm 4.55	13.75 \pm 4.79	24.00 \pm 18.02	0.6613
TeBarbilla (s)	0.25 \pm 0.50	0.00 \pm 0.00	0.25 \pm 0.50	0.50 \pm 1.00	0.25 \pm 0.50	0.8747
Comportamientos no miméticos:						
Dormitar	11.00 \pm 4.32	21.50 \pm 9.47	18.25 \pm 8.34	11.50 \pm 3.70	19.00 \pm 2.00	0.0876
Vocalización	6.25 \pm 5.32	22.00 \pm 30.47	4.50 \pm 9.00	0.50 \pm 1.00	2.25 \pm 2.06	0.1723
Masticación	10.50 \pm 5.92	17.50 \pm 17.75	8.25 \pm 6.13	6.00 \pm 3.74	9.00 \pm 7.53	0.6763
ReDientes	0.00 \pm 0.00	0.75 \pm 1.50	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.4060
JeSlat	11.00 \pm 10.17	42.00 \pm 50.28	12.75 \pm 11.53	6.75 \pm 8.06	15.75 \pm 16.21	0.5403
EICabeza	56.25 \pm 36.75	107.75 \pm 83.65	59.75 \pm 26.94	59.00 \pm 11.34	74.25 \pm 32.90	0.7229
PaSlat	3.50 \pm 4.36	17.50 \pm 15.20	5.50 \pm 3.42	1.75 \pm 1.71	4.50 \pm 3.32	0.1893
Voltearse	15.50 \pm 20.11	6.00 \pm 6.06	11.50 \pm 3.32	11.50 \pm 3.79	13.75 \pm 12.87	0.6939
Sentarse	7.25 \pm 7.18	5.00 \pm 1.63	4.75 \pm 4.50	8.75 \pm 8.38	6.00 \pm 5.77	0.9806
Levantarse	1.25 \pm 1.50	2.25 \pm 2.22	1.50 \pm 1.91	4.00 \pm 6.06	3.00 \pm 3.56	0.9309

Todos los valores de las UAF son evaluados en duración (segundos) mientras que Comportamientos no miméticos en frecuencias (número de repeticiones). Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

No. Parto: Número de parto, AOjos: Abertura de ojos, CiOjos: Cierre de ojos (apriete de ojos sostenido), Mirada: Rigidez orbital y mirada tensa, TeSupro: Tensión por encima de los ojos, MoOrejas: Movimiento de orejas, MovNariz: Movimiento de nariz, FosasDi: Fosas dilatadas (sostenida), TeJeta: Aplastamiento de la jeta, TeBarbilla: Tensión de la barbilla (mandíbula), Dormitar: La cerda se encuentra con los ojos cerrados, aparentemente durmiendo, Vocalización: vocalizaciones, Masticación: Movimientos masticatorios, ReDientes: Rechinido de dientes (bruxismo), JeSlat: Roce de jeta con slat, EICabeza: Elevación de la cabeza, está no se encuentra tocando el slat, PaSlat: Roce de patas con slat, Voltearse: Cambio de posición, Sentarse: Incorporarse hasta quedar sobre tren posterior, Levantarse: Incorporarse hasta quedar en cuadrípedación.

Mientras tanto, para las diferencias entre valores basales y al momento del parto estos revelan que las variables de UAF en su mayoría fueron significativas a excepción de “TeBarbilla” (P 0.059). Por otro lado, dentro de las variables de comportamientos no miméticos fueron significativas (P < 0.05): “JeSlat”, “EiCabeza”, “PaSlat”, “Voltearse” y “Sentarse”

Cuadro 8. Comparación de comportamientos expresados entre cerdas antes del parto (basal) y durante el parto. Prueba de rangos de Wilcoxon (P < 0.05).

Categoría de comportamiento	Basal	Parto	Diferencia de las	P
Unidades de Acción Facial:	media		medias	
AOjos	9.75	29.8	-20.05	.000
CiOjos	0	5.9	-5.9	.000
Mirada	0.15	3.05	-2.9	.001
TeSupro	0.05	1.5	-1.45	.001
MoOrejas	30.1	88.1	-58	.000
MovNariz	11.4	37.9	-26.5	.000
FosasDi	6.45	30	-23.55	.000
TeJeta	4.6	17.1	-12.5	.001
TeBarbilla	0	0.25	-0.25	.059
Comportamientos no miméticos:				
Dormitar	7.7	16.25	-9.25	.000
Vocalización	9.25	7.1	2.15	.061
Masticación	15.95	10.25	5.7	.493
ReDientes	1	0.15	0.85	.269
JeSlat	1.7	17.65	-15.95	.001
EiCabeza	9.5	71.4	-61.9	.000
PaSlat	0.65	6.55	-5.9	.001
Voltearse	2.3	11.65	-9.35	.001
Sentarse	1.6	6.35	-4.75	.003
Levantarse	1.15	2.4	-1.25	.150

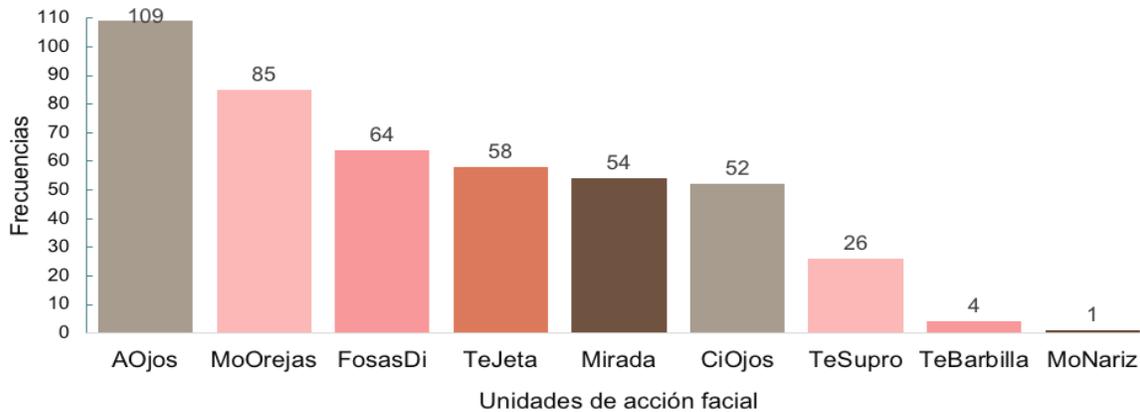
Los datos de las UAF Basal y Parto, así como los de Comportamientos no miméticos fueron evaluados de acuerdo con la frecuencia en que se presentó cada uno de ellos. Todos los valores se informan como promedios. Los valores negativos representan una mayor diferencia entre el momento basal y el parto.

AOjos: Abertura de ojos, CiOjos: Cierre de ojos (apriete de ojos sostenido), Mirada: Rigidez orbital y mirada tensa, TeSupro: Tensión por encima de los ojos, MoOrejas: Movimiento de orejas, MovNariz: Movimiento de nariz, FosasDi: Fosas dilatadas (sostenida), TeJeta: Aplastamiento de la jeta, TeBarbilla: Tensión de la barbilla (mandíbula), Dormitar: La cerda se encuentra con los ojos cerrados, aparentemente durmiendo, Vocalización: vocalizaciones, Masticación: Movimientos masticatorios, ReDientes: Rechinido de dientes (bruxismo), JeSlat: Roce de jeta con slat, EiCabeza: Elevación de la cabeza, está no se encuentra tocando el slat, PaSlat: Roce de patas con slat, Voltearse: Cambio de posición, Sentarse: Incorporarse hasta quedar sobre tren posterior, Levantarse: Incorporarse hasta quedar en cuadripedestación.

Escala de expresiones faciales

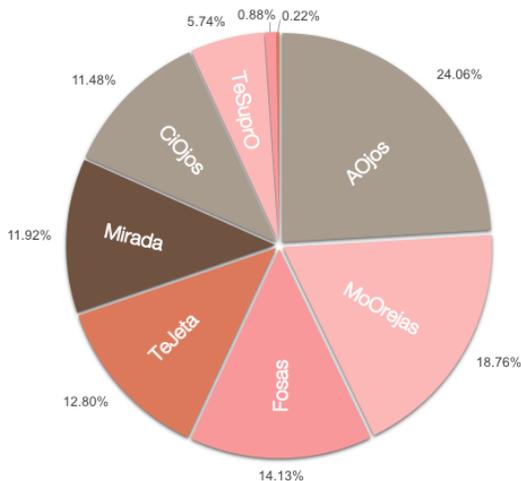
Con respecto a los cambios en las UAF durante el parto, se enfatizó en el momento de la expulsión de los lechones (Gráfico 1 y 2).

Gráfico 1. Recurrencia de las UAF al momento de la expulsión de lechones al parto



AOjos: Abertura de ojos, CiOjos: Cierre de ojos (apriete de ojos sostenido), Mirada: Rigidez orbital y mirada tensa, TeSupro: Tensión por encima de los ojos, MoOrejas: Movimiento de orejas, MovNariz: Movimiento de nariz, FosasDi: Fosas dilatadas (sostenida), TeJeta: Aplastamiento de la jeta, TeBarbilla: Tensión de la barbilla (mandíbula)

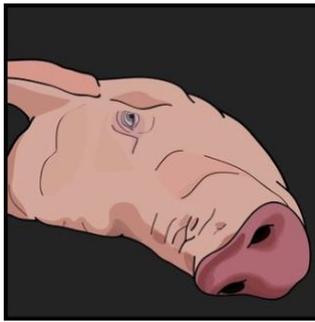
Gráfico 2. Porcentaje de presencia de las UAF



AOjos: Abertura de ojos, CiOjos: Cierre de ojos (apriete de ojos sostenido), Mirada: Rigidez orbital y mirada tensa, TeSupro: Tensión por encima de los ojos, MoOrejas: Movimiento de orejas, MovNariz: Movimiento de nariz, FosasDi: Fosas dilatadas (sostenida), TeJeta: Aplastamiento de la jeta, TeBarbilla: Tensión de la barbilla (mandíbula)

Por lo cual, la escala de expresiones faciales que a continuación se presenta, se basa en estos gráficos. (Figura 6).

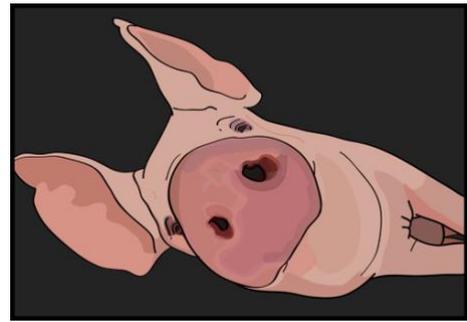
Figura 6. Escala de expresiones faciales de la cerda durante el parto.
Ilustraciones por Andrea Sánchez



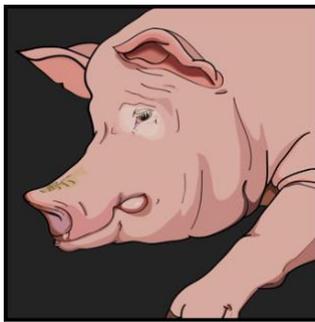
Abertura de ojos



Movimiento de orejas



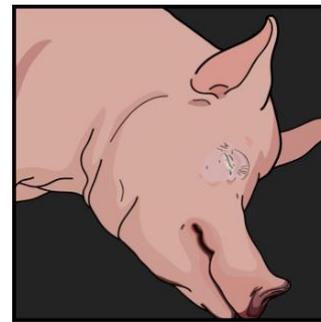
Fosas nasales dilatadas



Aplastamiento de la jeta



Mirada tensa



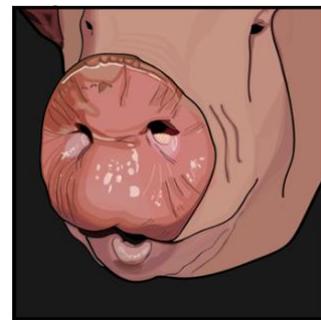
Cierre de ojos



Tensión superior del ojo



Tensión de la barbilla



Movimiento de la nariz

A continuación, dicha escala se muestra con mayor detalle y se describe de acuerdo con las áreas faciales donde se observan las UAF debido a que algunas áreas presentan más de un cambio de comportamientos. (Figura 7. Cuadro 9).

Figura 7. Sistema de modificaciones faciales como indicadores de dolor durante la fase expulsiva del parto.

Área facial		Modificaciones de las UAF	
Ojos			
Abertura de ojos	9a	9b	9c
Rigidez orbital y mirada tensa	9d	9e	9f
Cierre de ojos	9g	9h	9i
Tensión por encima de los ojos	9j	9k	9l

Barbilla	Jeta	Orejas	Nariz	
Tensión de la barbilla y región mandibular	Aplastamiento de la jeta	Movimiento de orejas	Movimiento de nariz	Fosas nasales dilatadas
 <p>9x</p>	 <p>9u</p>	 <p>9r</p>	 <p>9o</p>	 <p>9m</p>
 <p>9y</p>	 <p>9v</p>	 <p>9s</p>	 <p>9p</p>	 <p>9n</p>
 <p>9z</p>	 <p>9w</p>	 <p>9t</p>	 <p>9q</p>	 <p>9ñ</p>

Cuadro 9. Caracterización de las expresiones faciales en la cerda durante el parto. Descripción de las características de las UAF presentadas en la figura 9.

UAF	Descripción
Abertura de ojos (AOjos) Fig. 9a-9c	La elevación de párpados se da de manera enérgica por lo que se observa de manera sostenida por un breve momento.
Rigidez orbital y mirada tensa (Mirada) Fig. 9d-9f	La rigidez orbital ocasiona que la mirada cambie volviéndose retraída o tensa.
Cierre de ojos (CiOjos) Fig. 9g-9i	Además de darse un cierre de los ojos, ya sea parcial o totalmente, se observa un notable apriete de ojos de manera sostenida, a través de la intervención de los Mm. malar y orbicular del ojo.
Tensión superior del ojo (TeSupro) Fig. 9j-9l	Debido a la tensión del M. elevador del ángulo del ojo se genera una desproporcionada elevación del párpado causando tensión por encima del ojo.
Fosas dilatadas (FosasDi) Fig. 9m-9ñ	A causa del aumento de tono en las fosas nasales estas se dilatan de manera sostenida.
Movimiento de nariz (MovNariz) Fig. 9o-9q	En la parte superior y lateral de la nariz se observan arrugas, ocasionadas por el constante movimiento de la nariz
Movimiento de orejas (MoOrejas) Fig. 9r-9t	Las orejas tienden a inclinarse hacia el cuerpo de la cerda, sin embargo, presentan movimientos con ligeras rotaciones y sacudidas hacia todas direcciones sin que estas se dirijan completamente hacia la región de los ojos.
Aplastamiento de la jeta (TeJeta) Fig. 9u-9w	El aumento de tono en la nariz eventualmente provoca un “aplastamiento” de la jeta, interviniendo así los Mm. canino y elevador nasolabial.
Tensión de la barbilla (TeBarbilla) Fig. 9x-9z	Se logra observar una ligera tensión de la región mandibular debido a una visible, aunque poca tensión de los Mm. mentonianos.

Relación de las expresiones faciales de la cerda con el desempeño del parto

Con lo que respecta a la interacción entre las expresiones faciales y el desempeño de la cerda durante el parto los resultados se proporcionan en los cuadros 10 y 11, y gráfico 3, mientras que el estado de los lechones al nacimiento se reporta en el cuadro 12 e ilustra en la figura 10.

De las 19 variables designadas para el presente estudio, se obtuvo toda la variabilidad de ellas y se centró en dos componentes principales. Es decir, al tener muchas variables, se tuvo que reducir la dimensión de la base de datos, formando así 2 nuevas variables (componentes principales), por lo tanto, estas nuevas variables fueron hechas a partir de la variabilidad.

Los componentes principales empleados para la construcción del gráfico 3, explican el 51.2% de la variación de la integración, de manera que el CP1 explica un 36.7% mientras que el CP2 el 14.5%.

Así, para este estudio las variables de UAF que aportaron mayor variabilidad fueron “Abertura de ojos” (AOjos) y “Cierre de ojos” (CiOjos), seguidas de “Fosas dilatadas”, “Mirada tensa” y “Movimiento de orejas”, mientras que la variable “Movimiento de nariz” aportó menor información.

Por otro lado, dentro de las variables de comportamientos no miméticos la que aportó menor información fue “Dormitar”, mientras que “Elevación de la cabeza” y “Masticación” fueron las variables que más información aportaron (Cuadro 9).

Cuadro 10. Análisis de componentes principales.

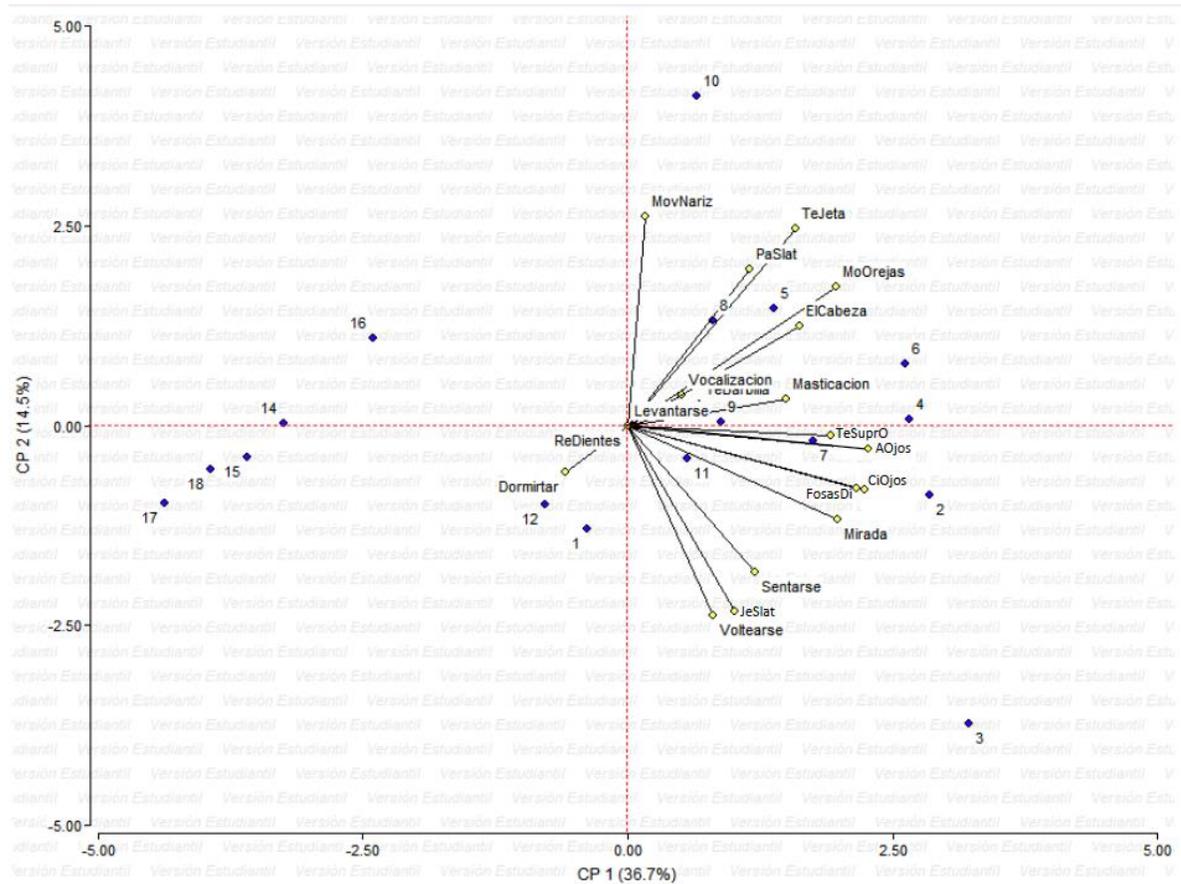
Variables	CP1	CP2
AOjos	0.36	-0.05
CiOjos	0.36	-0.13
Mirada	0.32	-1.19
TeSuprO	0.31	-0.02
MoOrejas	0.32	0.28
MovNariz	0.03	0.42
FosasDi	0.34	-0.13
TeJeta	0.25	0.39
TeBarbilla	0.11	0.04
Dormitar	-0.09	-0.09
Vocalización	0.08	0.06
Masticación	0.24	0.05
ReDientes	0.00	0.00
JeSalt	0.16	-0.37
EICabeza	0.26	0.20
PaSlat	0.18	0.31
Voltearse	0.13	-0.38
Sentarse	0.19	-0.29
Levantarse	0.00	0.00

Todos los valores se reportan como componentes principales.

Los valores que presentan el símbolo –, aportan información de forma negativa.

AOjos: Abertura de ojos, CiOjos: Cierre de ojos (apriete de ojos sostenido), Mirada: Rigidez orbital y mirada tensa, TeSuprO: Tensión por encima de los ojos, MoOrejas: Movimiento de orejas, MovNariz: Movimiento de nariz, FosasDi: Fosas dilatadas (sostenida), TeJeta: Aplastamiento de la jeta, TeBarbilla: Tensión de la barbilla (mandíbula), Dormitar: La cerda se encuentra con los ojos cerrados, aparentemente durmiendo, Vocalización: vocalizaciones, Masticación: Movimientos masticatorios, ReDientes: Rechinido de dientes (bruxismo), JeSalt: Roce de jeta con slat, EICabeza: Elevación de la cabeza, está no se encuentra tocando el slat, PaSlat: Roce de patas con slat, Voltearse: Cambio de posición, Sentarse: Incorporarse hasta quedar sobre tren posterior, Levantarse: Incorporarse hasta quedar en cuadripedestación.

Gráfico 3. Representación de los componentes principales del análisis. Gráfico biplot.



AOjos: Abertura de ojos, CiOjos: Cierre de ojos (apriete de ojos sostenido), Mirada: Rigidez orbital y mirada tensa, TeSuprO: Tensión por encima de los ojos, MoOrejas: Movimiento de orejas, MovNariz: Movimiento de nariz, FosasDi: Fosas dilatadas (sostenida), TeJeta: Aplastamiento de la jeta, TeBarbilla: Tensión de la barbilla (mandíbula), Dormitar: La cerda se encuentra con los ojos cerrados, aparentemente durmiendo, Vocalización: Vocalizaciones, Masticación: Movimientos masticatorios, ReDientes: Rechinido de dientes (bruxismo), JeSlat: Roce de jeta con slat, EICabeza: Elevación de la cabeza, está no se encuentra tocando el slat, PaSlat: Roce de patas con slat, Voltarse: Cambio de posición, Sentarse: Incorporarse hasta quedar sobre tren posterior, Levantarse: Incorporarse hasta quedar en cuadripedestación.

El eje “x” indica el componente principal 1 y a su vez el eje “y” el componente principal 2, el símbolo \blacklozenge representa las variables (UAF y Comportamientos no miméticos) mientras que el símbolo \blacklozenge representa el orden de nacimiento de los lechones.

Los cuadrantes superiores muestran a las variables dependientes de la expulsión del lechón, por el contrario, los cuadrantes inferiores presentan las variables independientes. Por otro lado, los cuadrantes superior derecho e inferior derecho contienen el mayor número de interacciones entre variables.

Con base en el gráfico 3, observamos que los lechones 1º a 4º, 6º, 10º y 14º a 18º son los que más aportan a la interacción, es decir, los de más alta y baja presencia. Sin embargo, podemos notar que la asociación entre UAF y la expulsión de lechones se dio principalmente entre los primeros 13 lechones nacidos, presentando patrones de respuesta similar. Es decir, a mayor cercanía entre puntos mayor interacción entre las UAF y la expulsión de los lechones.

En este orden de ideas, durante el nacimiento de los lechones 5º, 7º, 8º, 9º, 11º y 13º mostraron una asociación más estable ya que se encuentran dentro de las variables y en conjunto presentan todas las modificaciones faciales.

Durante la expulsión de los lechones 2º a 4º, 7º, 9º y 11º se muestra una asociación con las UAF “Tensión por encima de los ojos”, “Abertura de ojos”, “Cierre de ojos”, “Fosas dilatadas” y “Mirada tensa”; y de comportamientos no miméticos, “Masticación”, “Sentarse”, “Roce de jeta con slat” y “Voltearse”.

Al nacimiento del 10º, 5º y 8º lechón se presentó asociación con las UAF “Movimientos de nariz”, “Tensión de la jeta” así como con el comportamiento no mimético “Roce de patas con slat”. Entre tanto, el nacimiento del 6º y 13º lechón mostró asociación con las UAF “Movimiento de orejas” y “Tensión de la barbilla” y de comportamientos no miméticos, “Elevación de la cabeza” y “Vocalizaciones”.

Mientras que la expulsión de los lechones 12º y 14º a 18º únicamente se asocian a la variable “Dormitar”.

Por último, las variables negativas indican que los eventos se presentan independientes a la expulsión del lechón, mientras que las variables positivas, son dependientes. Sin embargo, el número de lechones (12º, 14º a 18º) que se encuentran dentro del área negativa son aquellos que se presentaron menor cantidad de veces.

Desempeño productivo de la cerda

No se presentó ningún cambio significativo en las variables productivas. Sin embargo, entre los grupos observamos que el G2P es diferente del G3P, G4P y G5P. No obstante, es interesante notar que el G3P presentó una mayor duración de la gestación (117.00 ± 1.83 días), mientras que el G5P una mayor duración del parto (400.45 ± 60.15 min.) (Cuadro 10).

Cuadro 11. Desempeño productivo de la cerda. Prueba de Kruskal Wallis ($P < 0.05$).

Variables	G1P	G2P	G3P	G4P	G5P	P
	(n=4)	(n=4)	(n=4)	(n=4)	(n=4)	
	(media \pm DE)	(media \pm DE)	(media \pm DE)	(media \pm DE)	(media \pm DE)	
No. Parto	1	2	3	4	5	
Duración de la gestación (días)	113.50 ± 1.29 ^{ab}	115.50 ± 1.00 ^a	117.00 ± 1.83 ^b	116.00 ± 0.82 ^b	115.75 ± 1.50 ^b	0.0674
Duración del parto (min)	308.75 ± 45.35 ^{ab}	299.25 ± 55.16 ^a	245.25 ± 33.92 ^b	331.50 ± 82.20 ^b	400.45 ± 60.15 ^b	0.0653
NT	11.25 ± 3.20 ^{ab}	13.00 ± 1.63 ^a	12.50 ± 2.65 ^b	13.50 ± 5.92 ^b	11.75 ± 2.87 ^b	0.7845
LNV	10.75 ± 2.75 ^{ab}	11.75 ± 1.71 ^a	10.25 ± 2.06 ^b	11.75 ± 4.57 ^b	10.75 ± 3.40 ^b	0.7645
LNM	0.00 ± 0.00 ^{ab}	1.00 ± 0.82 ^a	0.75 ± 0.96 ^b	0.75 ± 0.96 ^b	1.00 ± 1.15 ^b	0.4171
Momias	0.50 ± 1.00 ^{ab}	0.25 ± 0.50 ^a	1.50 ± 2.38 ^b	1.00 ± 1.41 ^b	0.00 ± 0.00 ^b	0.5073
Intervalo entre lechones	27.32 ± 27.32 ^{ab}	19.27 ± 9.41 ^a	15.14 ± 3.53 ^b	18.85 ± 5.79 ^b	25.89 ± 7.55 ^b	0.2461
Craneal	6.50 ± 6.50 ^{ab}	7.00 ± 2.00 ^a	5.75 ± 1.89 ^b	7.50 ± 3.70 ^b	6.50 ± 2.52 ^b	0.9541
Caudal	4.25 ± 2.36 ^{ab}	5.75 ± 2.22 ^a	5.25 ± 1.50 ^b	5.00 ± 2.94 ^b	5.00 ± 1.41 ^b	0.9133
Machos	6.75 ± 1.50 ^{ab}	7.00 ± 2.16 ^a	5.25 ± 1.26 ^b	6.75 ± 1.50 ^b	6.00 ± 0.82 ^b	0.4483
Hembra	4.00 ± 1.41 ^{ab}	5.25 ± 2.87 ^a	5.75 ± 1.50 ^b	6.00 ± 3.74 ^b	5.75 ± 3.59 ^b	0.6970
Vitalidad (calificación)	8.95 ± 0.40 ^{ab}	8.11 ± 0.39 ^a	8.78 ± 0.49 ^b	8.99 ± 0.76 ^b	8.81 ± 0.84 ^b	0.2474
Peso al nacimiento	1.51 ± 0.22 ^{ab}	1.67 ± 0.10 ^a	1.62 ± 0.12 ^b	1.67 ± 0.37 ^b	1.50 ± 0.26 ^b	0.5968

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

No. Parto: Número de parto, LNT: Lechones nacidos totales, LNV: Lechones nacidos vivos, LNM: Lechones nacidos muertos, Craneal: Posición craneal del lechón al nacimiento, Caudal: Posición caudal del lechón al nacimiento, Vitalidad: Calificación de la vitalidad lechón al nacimiento, % Mortalidad: Porcentaje de mortalidad de lechones durante la lactancia.

Estado de los lechones al nacimiento

De acuerdo con los valores asignados durante la evaluación de vitalidad neonatal, los resultados muestran que no se presentó ningún cambio significativo.

Cuadro 12. Vitalidad de los lechones. Prueba de Kruskal Wallis ($P < 0.05$).

Variables	G1P	G2P	G3P	G4P	G5P	P
	(n=4)	(n=4)	(n=4)	(n=4)	(n=4)	
	(media \pm DE)					
No. Parto	1	2	3	4	5	
Peso al nacimiento (kg)	16.10 \pm 3.63	19.61 \pm 2.78	16.53 \pm 2.68	18.38 \pm 5.13	16.41 \pm 6.24	0.4759
Variables neonatales:						
FC	1.59 \pm 0.34	1.28 \pm 0.20	1.74 \pm 0.18	1.73 \pm 0.23	1.74 \pm 0.27	0.1369
Inspiración	1.91 \pm 0.18	1.78 \pm 0.15	1.84 \pm 0.20	1.90 \pm 0.16	1.80 \pm 0.24	0.8998
Color	2.00 \pm 0.00	1.73 \pm 0.12	1.86 \pm 0.17	1.93 \pm 0.14	1.80 \pm 0.24	0.1494
Ponerse de pie	1.80 \pm 0.19	1.62 \pm 0.12	1.67 \pm 0.17	1.58 \pm 0.30	1.68 \pm 0.30	0.6258
Meconio	1.64 \pm 0.39	1.70 \pm 0.33	1.67 \pm 0.20	1.85 \pm 0.17	1.79 \pm 0.30	0.6394

No. Parto: Número de parto, FC: Frecuencia cardiaca, Inspiración: Latencia a intento de inspiración, Color: Color del lechón, Ponerse de pie: Latencia a ponerse de pie, Meconio: Meconio en lechón.

Los valores del Peso al nacimiento representan kilogramos (kg).

Los valores de las Variables neonatales representan una "calificación" previamente obtenida con base en la escala de vitalidad.

Figura 8. Apreciación de la variable neonatal "piel manchada con meconio" de acuerdo con la escala de vitalidad neonatal.



IX. Discusión

Entre los investigadores, las expresiones faciales han sido utilizadas para evaluar el dolor sustancialmente inducido en animales de experimentación y compañía. A pesar de ello, para los animales de producción esto no ha sido así, ya que en algunas unidades de producción no siempre se les da la importancia que merece el manejo del dolor o su identificación. Por otra parte, y de acuerdo con Paul-Murphy *et al.*, (2004) para estudios relacionados con dolor y la creación de escalas es preciso tomar en cuenta características específicas de los animales, en este caso fueron la línea, número de parto y carácter específico del dolor.

Expresiones faciales

De acuerdo con diversos autores, las modificaciones en las expresiones faciales se ven reflejadas principalmente en 5 áreas faciales. Por otra parte, concordando con Glerup *et al.*, (2015), las expresiones faciales no se presentan de manera estática, sino que cambian cada vez que los animales reaccionan a algún estímulo doloroso. De igual forma no todas las características identificadas se encuentran presentes simultáneamente en todo momento.

Ahora bien, de acuerdo a la revisión de escalas faciales de dolor de McLennan *et al.*, (2019) se ha observado que, aunque estas coinciden en la examinación de áreas faciales difieren en las modificaciones de sus UAF, por lo que es importante que cada especie tenga desarrollada su propia escala. Por ejemplo, el área de la nariz y mejillas en las ratas se aplana mientras que en los ratones se abulta.

Así, para la apreciación de las UAF al igual que Dalla Costa *et al.*, (2014), (Di Giminiani *et al.*, (2016) o Häger *et al.*, (2017) durante este proyecto y a lo largo de la examinación de las grabaciones se recopilaban imágenes donde la cara de los animales estuviera frente a la cámara y se mostrara de manera clara, a pesar de ello, estas no fueron seleccionadas al azar debido a que se tenía establecido como parámetro el nacimiento de los lechones.

De este modo, en lo que respecta a las modificaciones en el área de los ojos, autores como Glerup *et al.*, (2015) han reportado que durante un estímulo nocivo, los músculos que rodean los ojos se tensan, especialmente el *M. levator anguli oculi medialis*, dando al párpado superior un aspecto angular muy característico en algunos caballos. Así mismo, el cambio en la calidad de la mirada caracterizada por una apariencia retraída del ojo con una mirada fija se ha descrito previamente para el comportamiento del dolor equino. Mientras que Camerlink *et al.*, (2018) mencionan que el cierre parcial de los ojos también puede ser una respuesta instintiva para proteger el cuerpo contra daños.

Todo esto es concordante con el presente estudio, sin embargo, la elevación de párpados al darse de manera enérgica también muestra una abertura de ojos de manera sostenida y breve durante la fase expulsiva del parto, exponiendo así 4 UAF en el área de los ojos.

Mientras tanto Viscardi *et al.*, (2017) durante la observación de lechones castrados apreciaron que las orejas de estos se encontraban dirigidas hacia atrás y cercanas al cuerpo cuando los lechones presentaban dolor. Por otro lado, Glerup *et al.*, (2015) reportaron que durante las inducciones de dolor las orejas tendieron a caer ligeramente junto con una rotación hacia el exterior, además de que los caballos pasaron mucho más tiempo con las orejas moviéndose asimétricamente y/o hacia abajo.

Así en este estudio, se observó una semejanza con los lechones observados por Viscardi *et al.*, (2017) ya que las orejas tienden a inclinarse hacia el cuerpo de la cerda, sin embargo, concordando con Göransson, (2016) resulta un reto diferenciar los movimientos de las orejas, esto es debido a la posición en que las cerdas se encuentran durante el parto. A pesar de ello, se logran observar movimientos con ligeras rotaciones y sacudidas en todas direcciones sin que estas se dirijan completamente hacia adelante al momento de la expulsión de lechones.

Por otra parte, Camerlink *et al.*, (2018) mencionan que la posición de las orejas hacia atrás también se ha reportado en otras especies durante el miedo o el dolor incluyendo, ovejas, perros y ratones.

En cuanto a la apreciación de la nariz y jeta, se contemplaron 3 UAF, de manera que durante la expulsión de algunos lechones se observó que las cerdas presentaban la formación de arrugas en la parte superior y posterior de la nariz durante su constante movimiento, así como la dilatación de fosas nasales de manera sostenida, aunque de acuerdo con Göransson, (2016) estas no observan tan marcadas debido a su anatomía, contrario a los caballos, donde Gleerup *et al.*, (2015) encontraron que las fosas nasales se dilatan de manera mediolateral durante estímulos nocivos; dando una forma cuadrada afilada llamativa.

Mientras que Sotocinal *et al.*, (2011) observaron que en la rata, la nariz y las mejillas tienden a aplanarse y alargarse cuando están experimentan dolor en contraste con el abultamiento visto en ratones por Langford *et al.*, (2010) al tiempo que Keating *et al.*, (2012) observaron que en conejos el abultamiento de mejillas y nariz se dan de manera progresiva de puntiagudo a aplanado. Para el caso de la cerda y durante la expulsión de lechones, el aumento de tono en la nariz eventualmente provoca un aplastamiento de la jeta, interviniendo así los Mm. canino y elevador nasolabial, mientras que la región de las mejillas no se observó algún cambio.

Al examinar la barbilla se logra observar una ligera tensión de la región mandibular esto asociado a que el M. mentoniano es un músculo débil en los cerdos. Contrario al presente estudio, Gleerup *et al.*, (2015) describe un aumento del tono de los labios y la tensión de la barbilla, dando una forma más afilada, además de un incremento en la tensión del *M. zygomaticus* y el *M. caninus* acentuando la aparición de estos músculos en la cara lateral de la cabeza.

Con respecto a la escala propuesta en este proyecto, al tratarse de un estudio preliminar, se decidió no asignar un valor para cada modificación facial difiriendo así de estudios previos como en ratones (Langford *et al.*, 2010), ratas (Sotocinal *et al.*,

2011) o conejos (Keating *et al.*, 2012) por mencionar algunos y se ha basado en la presentación de cada modificación facial de mayor a menor frecuencia. Sin embargo, para la propuesta de una escala, esta debe considerar iniciar por observar las modificaciones faciales presentadas con mayor frecuencia y en particular las que están relacionadas con el desarrollo del parto como lo muestran los resultados de esta tesis.

Relación de las expresiones faciales con el desempeño del parto

El presente estudio muestra que las cerdas tienen una tendencia a presentar cambios en las expresiones faciales en los primeros 13 lechones nacidos. A pesar de ello, las mayores asociaciones se presentan al nacimiento del 5º, 7º a 9º, 11º y 13º lechón mostrando cambios en conjunto en todas las UAF.

Sin embargo, durante el nacimiento de lechones 2º, 3º y 4º es cuando se presentan más UAF (5 de 9) y comportamientos no miméticos (4 de 10). Después del nacimiento del lechón número 13 únicamente se observa asociación con la variable “Dormitando”, pudiendo estar relacionado con la fatiga durante el parto.

Comportamientos no miméticos

De acuerdo con Mainau *et al.*, (2018) dentro de los comportamientos presentes en la cerda durante el dolor al parto se encuentran: el tiempo que permanecen de pie y sentadas, cambios de postura, movimientos de patas, arqueamiento de espalda, temblar y sacudir la cola. Así, mientras que Ison *et al.*, (2016) reporta diferencias en cerdas periparto, en general entre las posturas: recostada lateralmente (P 0.001), recostada ventral (P 0.003) y sentada (P 0.001). De igual manera hace mención que las cerdas pasan un alto porcentaje de tiempo acostadas lateralmente.

Algo semejante ocurrió en el presente estudio donde el análisis de comportamientos no miméticos identificados mostró diferencias en cuanto posturas y coincidimos con Ison *et al.*, (2016) en la variable voltearse (P 0.001), mientras que diferimos en la

variable sentarse (P 0.003). De igual manera se encontraron diferencias significativas en las variables “Dormitar” (P 0.000), “Roce de jeta con slat” y “Roce de patas con slat” (P 0.001). Sin embargo, resulta interesante que Gleerup *et al.*, (2015) en su estudio con caballos muestra que las frecuencias de estos comportamientos no miméticos no difirieron significativamente entre los ensayos de control y las inducciones de dolor.

Desempeño productivo de la cerda y estado de los lechones

Es importante mencionar los parámetros productivos debido a que los animales utilizados forman parte de un centro de enseñanza. Así mismo, dichos parámetros se encuentran dentro de los valores recomendados por Rosado *et al.*, (2018) en la porcicultura a pequeña escala.

Por otra parte, al emplear la escala Apgar modificada para evaluar la vitalidad de los lechones, se obtuvo un rango de 8.11 (G2P) a 8.99 (G4P); dicho puntaje sugiere que el lechón no requiere atención médica, lo que en primera instancia significa la ausencia de problemas.

X. Conclusiones

Lo relevante de este proyecto fue exponer las modificaciones faciales presentes en un proceso espontáneo y de manera específica, demostrando así que las cerdas presentan expresiones faciales sugerentes de dolor durante el período de expulsión de lechones en el parto.

Las expresiones faciales como sistema de evaluación del dolor pueden ser entendidas rápidamente y utilizadas fácilmente con un entrenamiento mínimo obteniendo resultados confiables y repetibles. Dentro de las modificaciones y las que más destacan en el rostro de las cerdas se encuentran: la abertura excesiva de los ojos, movimientos de orejas, así como la dilatación de fosas nasales.

Si estas modificaciones en el rostro de la cerda al parto son tan comprensibles como las reportadas en otras especies, el reconocimiento de dolor podría mejorar el bienestar de la cerda siendo de igual manera una medida útil y confiable para reconocer la presencia de dolor.

Si se desea realizar una escala con puntajes para comprender la asociación de las expresiones faciales con el dolor durante el parto se deberá tomar en cuenta el orden que se sugiere en el presente proyecto.

XI. Implicaciones

Debido al auge del bienestar animal, la investigación del dolor en los animales ha aumentado considerablemente, incluso en animales de producción. Desafortunadamente dichos estudios aun son limitados, debido a variantes como disponibilidad y uso de animales en unidades de producción.

Al desconocer el dolor de manera más cuantitativa resulta subjetivo el asignarle un valor debido a la falta de metodologías validadas, de manera que el presente estudio incita a la profundización e investigación en cuanto a sensibilidad, y continuar generando información de este tipo, que sea complementada y sustentada en otros procedimientos para así mejorar la evaluación del bienestar animal de manera no invasiva.

Finalmente falta realizar evaluaciones de los diferentes manejos que se llevan a cabo al momento del parto y su relación con el grado de molestia que es generada en la cerda, por ejemplo: manipulación obstétrica, masajes en diferentes grados de intensidad, aplicación de moduladores de contracción uterina u otros manejos.

XII. Referencias

- Alonso, S. (2016). La ciencia del bienestar animal. In R. Ramírez (Ed.), *La paradoja del bienestar animal* (2016th ed., pp. 9–19).
- Althouse, G. (2015). *Breeding Management in Pigs*. MSD MANUAL Veterinary Manual. <https://www.msddvetmanual.com/management-and-nutrition/management-of-reproduction-pigs/breeding-management-in-pigs#>
- Bennett, V., Gourkow, N., & Mills, D. S. (2017). Facial correlates of emotional behaviour in the domestic cat (*Felis catus*). *Behavioural Processes*, 141, 342–350. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2017.03.011>
- Björkman, S. (2017). *Parturition and subsequent uterine health and fertility in sows*. [Faculty of Veterinary Medicine, University of Helsinki]. https://tuhat.helsinki.fi/ws/portalfiles/portal/98004674/academic_dissertation_stefan_bj_rkman_parturition_and_subsequent_uterine_health_and_fertility_in_sows.pdf
- Broom, D. M. (1986). Indicators of poor welfare MEASURES OF ANI... read. *British Veterinary Journal*, 142, 524–526. [https://doi.org/10.1016/0007-1935\(86\)90109-0](https://doi.org/10.1016/0007-1935(86)90109-0)
- Camerlink, I., Coulange, E., Farish, M., Baxter, E. M., & Turner, S. P. (2018). Facial expression as a potential measure of both intent and emotion. *Scientific Reports*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35905-3>
- Camps Morey, T., & Amat, M. (2013). *Cambios de comportamiento asociados al dolor en animales de compañía*. 160.
- Chapman, C. R., & Nakamura, Y. (1999). A Passion of the Soul: An Introduction to Pain for Consciousness Researchers. *Consciousness and Cognition*, 8(4), 391–422. <https://doi.org/10.1006/ccog.1999.0411>
- Dalla Costa, E., Minero, M., Lebelt, D., Stucke, D., Canali, E., & Leach, M. C. (2014). Development of the Horse Grimace Scale (HGS) as a pain

- assessment tool in horses undergoing routine castration. *PLoS ONE*, 9(3), 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092281>
- De Roth, L., & Downie, H. G. (1976). Evaluation of viability of neonatal swine. *Canadian Veterinary Journal*, 17(11), 275–279.
- Delgado García, J. (2002). ¿Es la cara el espejo del alma? Fisiología de la expresión facial. *Elementos: Ciencia y Cultura*, 9, 3–9.
- Descovich, K. A., Wathan, J., Leach, M. C., Buchanan-Smith, H. M., Flecknell, P., Farningham, D., & Vick, S. J. (2017). Facial expression: An under-utilized tool for the assessment of welfare in mammals. *Altex*, 34(3), 409–429. <https://doi.org/10.14573/altex.1607161>
- di Giminiani, P., Brierley, V. L. M. H., Scollo, A., Gottardo, F., Malcolm, E. M., Edwards, S. A., & Leach, M. C. (2016). The assessment of facial expressions in piglets undergoing tail docking and castration: Toward the development of the Piglet Grimace Scale. *Frontiers in Veterinary Science*, 3(NOV), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2016.00100>
- Dyce, K. (2010). Cabeza y parte ventral del cuello del cerdo. In 4ª Edición (Ed.), *Anatomía veterinaria* (pp. 752–761).
- FAO. (2016). Cerdos y... *Food and Agriculture Organization of the United Nations. Departamento de Cultura y Protección Del Consumidor - Producción y Sanidad Animal- Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura. Por Un Mundo Sin Hambre. www.fao.org*
- FAWC. (2012). *Five Freedoms*. <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20121010012427/http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>
- Flecknell, P. A. (1994). Refinement of animal use—assessment and alleviation of pain and distress. *Laboratory Animals*, 28(3), 222–231. <https://doi.org/10.1258/002367794780681660>
- Fraser, D. (2015). Could animal production become a profession? In C. Amdi, A.

- Nguyen, & C. Hansen (Eds.), *Proceedings of the International conference on pig welfare: Improving pig welfare - what are the ways forward?* (Issue April, p. 166).
https://en.mfvn.dk/fileadmin/user_upload/ENGLISH_FVM.DK/Themes/animal-welfare/2015-075_IPWC_Abstract.pdf
- Gil, C., Ramírez, Z., Ayala, F., Latorre, R., MArtínez, G., Sánchez, C., Arencibia, E., Orenes, H., & Vazquez, A. (2017). *Anatomía interactiva del cerdo*.
[http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Anatomia Interactiva del Cerdo.pdf](http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Anatomia%20Interactiva%20del%20Cerdo.pdf)
- Gleerup, K. B., Forkman, B., Lindegaard, C., & Andersen, P. H. (2015). An equine pain face. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 42(1), 103–114.
<https://doi.org/10.1111/vaa.12212>
- González-Lozano, M., Mota-Rojas, D., & Velásquez-Armenta. (2008). Distocia materno fetal en diferentes especies animales. In D. Mota-Rojas, A. Nava-Ocampo, D. Villanueva-García, & M. Alonso-Spilsbury (Eds.), *Perinatología Animal. Enfoques clínicos y experimentales*. (1ª edición, pp. 180–204).
- Göransson, L. (2016). *Porcine pain face – identifying visible characteristics of pain in pigs*. 42.
- Häger, C., Biernot, S., Buettner, M., Glage, S., Keubler, L. M., Held, N., Bleich, E. M., Otto, K., Müller, C. W., Decker, S., Talbot, S. R., & Bleich, A. (2017). The Sheep Grimace Scale as an indicator of post-operative distress and pain in laboratory sheep. *PLoS ONE*, 12(4), 1–15.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175839>
- Herskin, M. S., & Di Giminiani, P. (2018). Pain in pigs: Characterisation, mechanisms and indicators. In *Advances in Pig Welfare*. Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101012-9.00011-3>
- Ison, S. H., Jarvis, S., & Rutherford, K. M. D. (2016). The identification of potential behavioural indicators of pain in periparturient sows. *Research in Veterinary Science*, 109, 114–120. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2016.10.002>

- Jensen, P. (1986). Observations on the maternal behaviour of free-ranging domestic pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 16(2), 131–142. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(86\)90105-X](https://doi.org/10.1016/0168-1591(86)90105-X)
- Jensen, Per. (1988). Maternal behaviour and mother-Young interactions during lactation in free-ranging domestic pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 20(3–4), 297–308. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(88\)90054-8](https://doi.org/10.1016/0168-1591(88)90054-8)
- Keating, S. C. J., Thomas, A. A., Flecknell, P. A., & Leach, M. C. (2012). Evaluation of EMLA Cream for Preventing Pain during Tattooing of Rabbits: Changes in Physiological, Behavioural and Facial Expression Responses. *PLoS ONE*, 7(9), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044437>
- König, H., & Liebich, H. (2008). *Anatomía de los animales domésticos: órganos, sistema circulatorio y sistema nervioso*.
- Langford, D. J., Bailey, A. L., Chanda, M. L., Clarke, S. E., Drummond, T. E., Echols, S., Glick, S., Ingrao, J., Klassen-Ross, T., Lacroix-Fralish, M. L., Matsumiya, L., Sorge, R. E., Sotocinal, S. G., Tabaka, J. M., Wong, D., Van Den Maagdenberg, A. M. J. M., Ferrari, M. D., Craig, K. D., & Mogil, J. S. (2010). Coding of facial expressions of pain in the laboratory mouse. *Nature Methods*, 7(6), 447–449. <https://doi.org/10.1038/nmeth.1455>
- León Olea, M. (2002). Evolución filogenética del dolor. *Elementos: Ciencia y Cultura*.
- Liebich, H., Maierl, J., & Köning, H. (2004). Fascias y músculos de la cabeza y del tronco. In H. Köning & H. Liebich. *Anatomía de los animales domésticos. Aparato locomotor. Texto y atlas a color. Tomo 1*. (2ª edición, pp. 99–132).
- Machado, M., & Silva, I. J. O. (2019). Does farm animals experience emotions and feelings? *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 7(4), 170–175. <https://doi.org/10.31893/2318-1265jabb.v7n4p170-175>
- Mainau, E., & Manteca, X. (2011). Pain and discomfort caused by parturition in cows and sows. *Applied Animal Behaviour Science*, 135(3), 241–251.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.10.020>

Mainau, E., & Manteca, X. (2013). *Pain caused by farrowing in sows*. Pig333.Com.

Mainau, E., Temple, D., Llonch, P., & Manteca, X. (2018). Dolor Causado Por El Parto En La Cerda. *Farm Animal Welfare Education Centre, 20*.
www.fawec.org

Marcet-Rius, M., Fàbrega, E., Cozzi, A., Bienboire-Frosini, C., Descout, E., Velarde, A., & Pageat, P. (2019). Are tail and ear movements indicators of emotions in tail-docked pigs in response to environmental enrichment? *Animals, 9*(7). <https://doi.org/10.3390/ani9070449>

Marchant-Forde, J. N. (2015). The science of animal behavior and welfare: Challenges, opportunities, and global perspective. *Frontiers in Veterinary Science, 2*(MAY). <https://doi.org/10.3389/fvets.2015.00016>

Marino, L., & Colvin, C. M. (2016). *Animal Studies Repository Thinking Pigs: Cognition, Emotion, and Personality*.
<http://animalstudiesrepository.org/mammal%5Cnhttp://animalstudiesrepository.org/mammal/1>

McLennan, K. M., Miller, A. L., Dalla Costa, E., Stucke, D., Corke, M. J., Broom, D. M., & Leach, M. C. (2019). Conceptual and methodological issues relating to pain assessment in mammals: The development and utilisation of pain facial expression scales. *Applied Animal Behaviour Science, 217*(April), 1–15.
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.06.001>

Mogil, J. S. (2009). Animal models of pain: Progress and challenges. *Nature Reviews Neuroscience, 10*(4), 283–294. <https://doi.org/10.1038/nrn2606>

Mota-Rojas, D., Martínez-Burmes, J., Trujillo, M., López, A., Rosales, A., Ramírez, R., Orozco, H., Merino, A., & Alonso-Spilsbury, M. (2005). Uterine and fetal asphyxia monitoring in parturient sows treated with oxytocin. *Animal Reproduction Science, 86*(1–2), 131–141.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.06.004>

- Olmos, H., & Mota, R. (2008). El parto eutócico en la cerda: endocrinología y fisiología. In D. Mota-Rojas, A. Nava-Ocampo, D. Villanueva-García, & M. Alonso-Spilsbury (Eds.), *Perinatología Animal. Enfoques clínicos y experimentales*. (1ª edición, pp. 129–144).
- Paul-Murphy, J., Ludders, J., Robertson, S., Gaynor, J., Hellyer, P., & Wong, P. (2004). The need for a cross-species approach to the study of pain in animals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 224(5), 692–697. <https://doi.org/doi.org/10.2460/javma.2004.224.692>
- Peltoniemi, O. A. T., Björkman, S., & Oliviero, C. (2016). Parturition effects on reproductive health in the gilt and sow. *Reproduction in Domestic Animals*, 51, 36–47. <https://doi.org/10.1111/rda.12798>
- Popesko, P. (1998). *Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos. Tomo I. Cabeza y cuello* (2º edición).
- Rivera-Cardona, G. (2012). Nervio facial : Aspectos esenciales desde las ciencias biomédicas. *Revista Estomatológica*, 20(2), 36–44.
- Rosado, L., Martínez, R., & Ramírez, G. (2018). *Evaluación de los parámetros productivos en una granja porcina de ciclo completo a pequeña escala*. <https://bmeditores.mx/porcicultura/evaluacion-de-los-parametros-productivos-en-una-granja-porcina-de-ciclo-completo-a-pequena-escala-1283/>
- Sisson, S. (2001). Porcinos. In S. Sisson, J. Grossman, & R. Getty. *Anatomía de los animales domésticos. Tomo 2*. (5ª edición, pp. 1384–1397).
- Sneddon, L. U., Elwood, R. W., Adamo, S. A., & Leach, M. C. (2014). Defining and assessing animal pain. *Animal Behaviour*, 97, 201–212. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2014.09.007>
- Sotocinal, S. G., Sorge, R. E., Zaloum, A., Tuttle, A. H., Martin, L. J., Wieskopf, J. S., Mapplebeck, J. C. S., Wei, P., Zhan, S., Zhang, S., McDougall, J. J., King, O. D., & Mogil, J. S. (2011). The Rat Grimace Scale: A partially automated method for quantifying pain in the laboratory rat via facial expressions.

- Molecular Pain*, 7(1), 55. <https://doi.org/10.1186/1744-8069-7-55>
- Sperry, M. M., Yu, Y. H., Welch, R. L., Granquist, E. J., & Winkelstein, B. A. (2018). Grading facial expression is a sensitive means to detect grimace differences in orofacial pain in a rat model. *Scientific Reports*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32297-2>
- Taverne, M. (1992). Physiology of parturition. *Animal Reproduction Science*, 28(1–4), 433–440. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0378-4320\(92\)90130-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0378-4320(92)90130-6)
- Thorpe, W. (1965). Appendix III. Technical committee on welfare of animals in intensive livestock husbandry systems. The assessment of the pain and distress in animals. In *Report of the The assessment of pain and distress in animals*. <https://edepot.wur.nl/134379>
- Van Rens, B. T. T. M., & Van Der Lende, T. (2004). Parturition in gilts: Duration of farrowing, birth intervals and placenta expulsion in relation to maternal, piglet and placental traits. *Theriogenology*, 62(1–2), 331–352. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2003.10.008>
- Viscardi, A. V., Hunniford, M., Lawlis, P., Leach, M., & Turner, P. V. (2017). Development of a piglet grimace scale to evaluate piglet pain using facial expressions following castration and tail docking: A pilot study. *Frontiers in Veterinary Science*, 4(APR), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00051>
- Weary, D. M., Niel, L., Flower, F. C., & Fraser, D. (2006). Identifying and preventing pain in animals. *Applied Animal Behaviour Science*, 100(1–2), 64–76. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.04.013>
- Zaleski, H. M., & Hacker, R. R. (1993). Effect of oxygen and neostigmine on stillbirth and pig viability. *Journal of Animal Science*, 71(2), 298–305. <https://doi.org/10.2527/1993.712298x>
- Zimmerman, M. (1986). Behavioural investigations of pain in animals. In I. Duncan & V. Molony (Eds.), *Assessing pain in farm animals* (pp. 16–29).