

REDUCCIÓN DE ESTRÉS Y AUMENTO DE GANANCIA DE PESO CON CAPSAICINA–LIDOCALINA EN CASTRACIÓN DE LECHONES

REDUCTION OF STRESS AND INCREASED WEIGHT GAIN WITH CAPSAICIN–LIDOCAINE IN PIGLET CASTRATION

Mario Andrés Carreño Arteaga^{1*}

¹ Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Veterinarias, Portoviejo, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3050-3752>. Correo: mario.carreno@utm.edu.ec

Luis Roberto Santana Williams²

² Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Manuel Félix López, Calceta, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3501-4555>. Correo: luissantw99@gmail.com

Roque Ariel Solórzano Zambrano³

³ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Manuel Félix López, Calceta, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1400-6043>. Correo: roqueasz97@gmail.com

Fernando Javier Rincón Acosta⁴

⁴ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Manuel Félix López, Calceta, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5670-1488>. Correo: fjrincon@espm.edu.ec

*** Autor para correspondencia:** mario.carreno@utm.edu.ec

Resumen

La castración quirúrgica en lechones genera dolor y estrés que afectan el bienestar animal y el rendimiento productivo. El estudio evaluó la eficacia de capsaicina (0,075%) combinada con lidocaína (2%) como anestésico local en lechones de 5 y 21 días. Se aplicó un diseño experimental en bloques completamente al azar con 18 animales. Se analizaron los niveles de cortisol plasmático y la ganancia diaria de peso. Los resultados evidenciaron que los grupos tratados presentaron reducciones significativas de cortisol y mejoras en la ganancia de peso, siendo la dosis de 0,9 g la más efectiva. Se concluye que la combinación capsaicina–lidocaína mejora el bienestar animal y la productividad porcina.

Palabras clave: capsaicina; lidocaína; castración porcina; cortisol; bienestar animal

Abstract

Surgical castration in piglets causes pain and stress that negatively impact animal welfare and productivity. This study evaluated the efficacy of capsaicin (0.075%) combined with lidocaine (2%) as a local anesthetic in piglets aged 5 and 21 days. A completely randomized block design was used with 18 animals. Plasma cortisol levels and daily weight gain were analyzed. The results showed that the treated groups exhibited significant reductions in cortisol and improvements in weight gain, with the 0.9 g dose being the most effective. It is concluded that the capsaicin-lidocaine combination improves animal welfare and swine productivity.

Keywords: *capsaicin; lidocaine; piglet castration; cortisol; animal welfare.*

Fecha de recibido: 12/10/2025

Fecha de aceptado: 30/01/2026

Fecha de publicado: 03/02/2026

Introducción

La castración es un procedimiento de manejo convencional en la producción porcina, practicado globalmente durante siglos para elevar la calidad de la carne. No obstante, se ha demostrado que esta práctica es un proceso doloroso y estresante para los lechones, provocando cambios fisiológicos y de comportamiento que se manifiestan en un aumento de los niveles de cortisol, la hormona adrenocorticotrópica (ACTH) y el lactato, indicadores de estrés (Frontiers, 2022; UBC Blogs, s.f.). El estrés post-castración afecta negativamente los parámetros productivos como la ganancia de peso diaria (GDP), lo que puede generar pérdidas económicas. De hecho, estudios indican que un alto porcentaje de las castraciones quirúrgicas en la Unión Europea se realizan sin anestesia o analgesia (Dechra UK, 2024).

Según la Ley de la Unión Europea, las castraciones después del séptimo día de vida deben usar anestesia o analgesia. (6 de septiembre de 2014; No. 385/2005/CE que prevé el bienestar de los animales durante el transporte y etapas relacionadas el 9 de diciembre de 2014 con una enmienda al punto 7 que establece que todas las castraciones deben realizarse en seis días, pero el octavo día se menciona específicamente en línea con esto).

La capsaicina, un compuesto natural de los chiles o Capsicum chinense como se conoce su nombre botánico en latín, se encontró en un estudio que tiene propiedades analgésicas y anestésicas a través del mecanismo de desfuncionalización de las neuronas receptoras del dolor. Cuando se combinó con lidocaína, un anestésico local que bloquea los canales de sodio para detener la entrada de iones Na⁺ dentro de las células y por lo tanto detiene el dolor, el dolor inducido por el procedimiento fue eliminado.

Entre las alternativas farmacológicas destacan la capsaicina, un alcaloide de Capsicum chinense con propiedades analgésicas mediadas por desensibilización del receptor TRPV1 (Tenenbaum, 2017), y la lidocaína, un anestésico local de acción rápida que bloquea la conducción nerviosa (Saller & Werner, 2012).

La combinación de ambos podría proporcionar analgesia intraoperatoria y prolongar el alivio posoperatorio, reduciendo la respuesta de estrés.

El presente estudio investiga las dosis efectivas de capsaicina al 0.075% más lidocaína al 2% como anestésico local en la castración de lechones, con énfasis en su impacto en los niveles de cortisol, las ganancias de peso post-castración y su capacidad para aliviar el dolor. El marco teórico de esta investigación se fundamenta en los principios de la farmacología del dolor y la etología animal, con un enfoque en la justificación de la mitigación del dolor en procedimientos zootécnicos.

Fisiología del dolor y la respuesta al estrés en porcinos

La castración quirúrgica provoca una cascada de respuestas fisiológicas y conductuales asociadas al dolor, que incluyen vocalizaciones agudas, movimientos defensivos y aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria. A nivel sistémico, el procedimiento activa el eje hipotalámico-hipofisario-adrenal, elevando de forma significativa el cortisol plasmático, biomarcador validado de estrés en animales de granja (Frontiers, 2022; UBC Blogs, s.f.; McEwen, 2000). Esta situación impacta en la ingesta de alimento y la ganancia de peso, lo que justifica la implementación de estrategias analgésicas.

Capsaicina: mecanismo de acción analgésico y desensibilización nociceptiva

La capsaicina es el alcaloide activo de *Capsicum chinense*, utilizada tópicamente en concentración de 0,075% por sus propiedades analgésicas (Mejía, 2013). Su acción se ejerce sobre el receptor TRPV1, generando una fase inicial de ardor seguida de desensibilización de las fibras nociceptivas, con depleción de neurotransmisores como la sustancia P (Martínez et al., 2015; Tenenbaum, 2017). Esta desfuncionalización neuronal explica su efecto prolongado para el control del dolor posoperatorio. El mecanismo de acción de la capsaicina se puede dividir en dos fases:

1. Activación Temprana: La capsaicina se une al receptor VR1, lo que lleva a que el canal se abra y una gran cantidad de iones de calcio (Ca^{2+}) entren en la célula nerviosa desde el exterior. El resultado de esta activación inicial es una sensación de ardor o escozor, seguida de desensibilización.
2. Desfuncionalización Neuronal: La exposición prolongada a la capsaicina produce una sobrecarga de concentración de calcio intracelular, causando que los receptores entren en desensibilización.

El uso de capsaicina a dosis específicas permite lograr un efecto analgésico duradero, ya que los receptores TRPV1 tardan en recuperarse, lo que proporciona un período de alivio prolongado del dolor postoperatorio.

Lidocaína: anestésico local y sinergia con capsaicina

La lidocaína es un anestésico local de acción rápida que bloquea canales de sodio dependientes de voltaje, evitando la propagación del impulso nervioso. Su efecto es inmediato, pero de corta duración (Andrade et al., 2019). En combinación con capsaicina, se genera un efecto sinérgico: la lidocaína atenúa el dolor agudo intraoperatorio y la capsaicina prolonga la analgesia, cubriendo el período posquirúrgico (Saller & Werner, 2012; Saller & Werner, 2014).

La combinación de capsaicina y lidocaína genera una sinergia farmacológica. Se ha demostrado que la combinación de estos dos fármacos puede prolongar el bloqueo nociceptivo específicamente sin el efecto duradero en los bloqueos motores, como se encuentra en el uso prolongado de anestésicos locales como

bupivacaína o tetracaína. Al inicio, el alivio del dolor se proporciona por un corto período con lidocaína, pero la capsaicina lo continúa mucho después de que el efecto de los agentes anestésicos utilizados en la cirugía se haya desvanecido al inducir la desensibilización de TRPV1 en las células nerviosas. Esto asegura una analgesia prolongada una vez que los opiáceos ya no son necesarios para el control del dolor postoperatorio.

Contexto internacional y regulación en la producción porcina

El debate sobre el bienestar animal en la castración de lechones ha llevado a la implementación de diversas regulaciones a nivel mundial, especialmente en Europa.

- **Unión Europea (UE):** La Directiva 2008/120/CE permite la castración sin anestesia en lechones menores de 7 días. Sin embargo, para lechones mayores de 7 días, el procedimiento debe ser realizado por un veterinario bajo anestesia y con analgesia postoperatoria. A partir del 1 de enero de 2024, algunos países como Bélgica han endurecido sus regulaciones, exigiendo que la castración solo se realice con anestesia local y control del dolor. Países como Francia han prohibido completamente la castración sin anestesia desde 2022 (Dechra UK, 2024). Estas medidas reflejan una creciente presión social y gubernamental para mejorar el bienestar de los animales de granja.
- **América del Norte y Australia:** En comparación, las regulaciones en países como Estados Unidos, Canadá y Australia son menos estrictas. Es cierto que existen reglas de práctica que recomiendan el uso de analgésicos para aliviar el dolor, pero no siempre son vinculantes por ley. La comparación internacional revela que la tendencia es hacia la adopción de prácticas más éticas. La investigación de alternativas como la inmunocastración y la cría de cerdos genéticamente libres de 'olor a verraco' (boar taint) también está en aumento. En este contexto, la presente investigación, que evalúa una solución farmacológica para mitigar el dolor en la castración, se alinea con las directrices de bienestar animal más avanzadas y puede servir como un modelo a seguir para regiones con regulaciones menos desarrolladas.

La reducción de cortisol plasmático y de conductas de dolor se correlaciona con mayor ganancia diaria de peso, lo que aporta beneficios éticos y económicos. Los estudios con capsaicina-lidocaína en la castración de lechones han demostrado disminución significativa de los indicadores de estrés y un mejor desempeño productivo (Santana & Solórzano, 2023).

Materiales y métodos

La investigación se basa en un enfoque cuantitativo y un diseño experimental, con el objetivo de establecer una relación causal entre la aplicación de diferentes dosis de un anestésico local y la respuesta fisiológica y productiva de los lechones. Para minimizar la variabilidad inherente a los animales y asegurar la validez interna del estudio, se implementó un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA). La formación de bloques, basada en la edad de los lechones (5 y 21 días de nacidos), permitió controlar el impacto de este factor sobre las variables de respuesta, asegurando que las diferencias observadas fueran atribuibles únicamente a los tratamientos aplicados.

Los animales de estudio, lechones machos de la granja experimental ESPAM MFL, pertenecían a un grupo de 18 cerdos sanos de la raza Duroc x Yorkshire, seleccionados al azar. Luego se dividieron en dos bloques de nueve cada uno según la edad. El muestreo se realizó desde el seno venoso oftálmico, un procedimiento

mínimamente invasivo. Las muestras se centrifugaron inmediatamente, y el plasma se almacenó a -20°C para su posterior análisis utilizando técnicas de ultrafiltración y radioinmunoensayo (RIA) en laboratorios especializados.

- Bloque 1: Nueve lechones de 5 días de edad, considerados en la fase neonatal temprana.
- Bloque 2: Nueve lechones de 21 días de edad, correspondientes a una fase de desarrollo más avanzada.

Variables y protocolo de medición

Se definieron las siguientes variables para la evaluación de la eficacia del tratamiento:

Variable Independiente: Tratamientos Anestésicos: Se administraron dos formulaciones de Capsaicina al 0.075% (0.5 g y 0.9 g) en combinación con Lidocaína al 2% (1 ml). Se incluyó un grupo control (T0) para comparación.

Variables Dependientes: Concentración de Cortisol en Plasma (ng/ml): Este fue el principal indicador fisiológico de estrés. Se tomaron muestras de sangre en dos momentos críticos:

1. Pre-castración: Antes de cualquier manipulación, para establecer una línea base individual.
2. Post-castración: Quince minutos después del procedimiento, el pico máximo esperado de cortisol en respuesta al estrés. El muestreo se realizó del seno venoso oftálmico, una técnica mínimamente invasiva. Las muestras fueron inmediatamente centrifugadas y el plasma fue almacenado a -20°C para su posterior análisis mediante la técnica de ultrafiltración y radioinmunoanálisis (RIA) en un laboratorio especializado.

Ganancia Diaria de Peso (GDP) (kg/día): Este índice refleja el impacto productivo del bienestar animal. El pesaje se realizó con el uso de una balanza digital de precisión al inicio y al final del monitoreo (21 días para el Bloque 1 y 42 días para el Bloque 2), registrando el peso semanal para el cálculo de la GDP.

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas implementadas se utilizan para obtener datos objetivos y cuantificables sobre el comportamiento y la respuesta fisiológica de los animales.

- **Observación y seguimiento conductual:** A pesar de no ser una "encuesta" tradicional, esta técnica es fundamental para evaluar el dolor. Se realizó una observación sistemática durante el procedimiento quirúrgico y el período postoperatorio inmediato. Para ello, se utilizó una escala de dolor validada que cuantificó comportamientos específicos como:
 - Vocalizaciones: Se registró la duración e intensidad de los chillidos de alta frecuencia, un indicador claro de dolor agudo.
 - Movimientos defensivos: Se contabilizaron el número de pataleos, movimientos de cola, y otros comportamientos de evasión y resistencia.
 - Postura corporal: Se documentaron posturas de arqueo de la espalda o encorvamiento. Se utilizaron cámaras de video para una observación detallada y posterior análisis cuadro por cuadro de los comportamientos, lo que permitió una medición objetiva y no sesgada.

- **Recolección de muestras fisiológicas:** La toma de muestras de sangre se realizó por personal técnico especializado y capacitado para minimizar el estrés adicional en los animales durante el proceso. Los pasos del procedimiento incluyeron:
 - Manejo suave: Los lechones fueron sujetados de forma segura, pero gentil, para evitar el estrés adicional por manipulación.
 - Toma de la muestra: Se limpió el área alrededor del ojo y se insertó una aguja estéril en el seno venoso oftálmico. Se extrajo un volumen de sangre de 3-5 ml.
 - Procesamiento de muestra: Las muestras fueron depositadas en tubos con anticoagulante (EDTA). En el laboratorio, se centrifugaron a 3,000 rpm durante 10 minutos. El plasma obtenido se separó y se almacenó en viales debidamente etiquetados y congelados.

Resultados y discusión

Los datos recolectados fueron organizados y codificados en una hoja de cálculo digital. El análisis estadístico se realizó utilizando el software InfoStat.

- Análisis de Varianza (ANOVA): Se aplicó para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas en los niveles de cortisol y la ganancia de peso entre los grupos de tratamiento. El ANOVA es ideal para comparar las medias de tres o más grupos independientes.
- Prueba de Honestidad de Tukey: Tras un resultado significativo del ANOVA ($p < 0.05$), se utilizó esta prueba post-hoc para realizar comparaciones múltiples por pares entre los grupos. Esta prueba ajusta el nivel de significancia para controlar el error de tipo I, lo que permite identificar con precisión qué tratamientos difirieron significativamente del grupo control (T0) y entre sí.

La combinación de estas técnicas garantizó que las conclusiones del estudio no solo fueran válidas y confiables, sino también que se alinearan con los estándares de investigación científica requeridos para una revista de alto impacto.

Informe técnico de observación y seguimiento: lechones de 5 días de edad

Fecha: 18 de agosto de 2025

Objetivo: Documentar la respuesta conductual y el progreso productivo de lechones de 5 días de edad sometidos a castración quirúrgica con y sin anestesia local.

Sujetos: 9 lechones machos de la raza Duroc x Yorkshire.

Metodología: Observación directa y sistemática, medición de cortisol en plasma y pesaje semanal.

1. Observaciones conductuales durante la castración

- **Grupo Control (T0):** Los lechones de este grupo exhibieron una respuesta conductual de dolor y estrés extrema y sostenida desde el inicio del procedimiento. Las vocalizaciones fueron de alta frecuencia y volumen (chillidos prolongados). Se observó una intensa resistencia, con pataleo vigoroso, movimientos de evasión y arqueo de la espalda, lo que dificultó la manipulación. Estos comportamientos continuaron durante toda la incisión y la ligadura de los cordones espermáticos.

- **Tratamiento T1 (0.5 g Capsaicina + 1 ml Lidocaína):** La respuesta inicial a la inyección de anestésico fue una breve vocalización y un movimiento de retroceso. Sin embargo, al momento de la castración, la respuesta se vio significativamente reducida. Las vocalizaciones fueron de menor intensidad y duración en comparación con el grupo control, y la resistencia física fue mínima, lo que facilitó la labor quirúrgica. El patrón de dolor agudo postoperatorio, como el temblor o la postura encorvada, fue casi inexistente.
- **Tratamiento T2 (0.9 g Capsaicina + 1 ml Lidocaína):** Los lechones de este grupo demostraron la respuesta más atenuada al procedimiento. La inyección de anestésico fue tolerada con una respuesta mínima. Durante la castración, los animales permanecieron notablemente tranquilos; las vocalizaciones fueron apenas perceptibles y los movimientos defensivos fueron prácticamente nulos. Esto indica que la dosis más alta de capsaicina logró un efecto anestésico superior, suprimiendo efectivamente la percepción de dolor agudo.

Resultados de Cortisol en Plasma

Los análisis de laboratorio confirmaron las observaciones conductuales, mostrando una correlación directa entre la respuesta al dolor y los niveles de la hormona del estrés.

Tabla 1. Resultados de análisis de laboratorio

Grupo de Tratamiento	Nivel de Cortisol Pre-Castración (ng/ml)	Nivel de Cortisol Post-Castración (ng/ml)	Diferencia (Aumento)
T0 (Control)	48.12 ± 5.25	333.29 ± 20.15	+285.17
T1 (Anestesia Baja)	45.98 ± 4.88	120.55 ± 12.33	+74.57
T2 (Anestesia Alta)	47.15 ± 6.02	17.62 ± 2.05	-29.53

Nota: El grupo T2 mostró un nivel de cortisol post-castración significativamente más bajo, incluso inferior al nivel basal del grupo T0, lo que sugiere una inhibición del estrés quirúrgico.

Resultados de Ganancia de Peso Diaria (GDP)

El seguimiento productivo evidenció el impacto positivo de la mitigación del dolor en el rendimiento de los lechones.

Tabla 2. Ganancia de peso diaria por grupo de tratamiento

Grupo de Tratamiento	Ganancia de Peso Diaria (kg/día)
T0 (Control)	0.1516
T1 (Anestesia Baja)	0.1782
T2 (Anestesia Alta)	0.1723

La aplicación de la combinación de capsaicina y lidocaína en lechones de 5 días de edad no solo redujo drásticamente las manifestaciones conductuales y fisiológicas de dolor y estrés, sino que también tuvo un efecto positivo y significativo en su ganancia de peso, superando el rendimiento del grupo control. La dosis de 0.9 g de capsaicina (T2) fue la más efectiva en reducir los niveles de cortisol.

Informe técnico de observación y seguimiento: lechones de 21 días de edad

Fecha: 18 de agosto de 2025

Objetivo: Evaluar el impacto de la castración con y sin anestesia local en la respuesta al dolor y el desempeño productivo de lechones de 21 días de edad.

Sujetos: 9 lechones machos de la raza Duroc x Yorkshire.

Metodología: Observación directa y sistemática, medición de cortisol en plasma y pesaje semanal.

Observaciones conductuales durante la castración

- **Grupo Control (T0):** Los lechones de este grupo, al ser más grandes y fuertes, manifestaron una respuesta al dolor más vigorosa y difícil de manejar. Se registraron vocalizaciones extremadamente agudas y continuas, así como un forcejeo persistente, lo que requirió mayor fuerza de contención. El tiempo del procedimiento se prolongó debido a la intensa resistencia de los animales. El comportamiento de dolor postoperatorio fue evidente, con un período de inmovilidad y posturas de dolor.
- **Tratamiento T1 (0.5 g Capsaicina + 1 ml Lidocaína):** La aplicación de la anestesia redujo considerablemente la agresividad y el dolor manifiesto. Aunque hubo una respuesta inicial de rechazo a la inyección, el posterior procedimiento de castración fue mucho más fluido. La intensidad de las vocalizaciones se redujo a la mitad en comparación con el grupo control, y la resistencia física fue controlable. El comportamiento postoperatorio fue menos afectado.
- **Tratamiento T2 (0.9 g Capsaicina + 1 ml Lidocaína):** De manera similar al grupo de 5 días, esta dosis demostró la mayor efectividad. Los lechones mostraron un nivel de calma y tolerancia superior. La inyección de anestésico fue casi imperceptible en términos de respuesta conductual, y la castración se llevó a cabo con una mínima reacción por parte de los animales. Las vocalizaciones fueron mínimas, y no se observaron signos de dolor agudo o estrés severo durante o después del procedimiento.

Resultados de Cortisol en Plasma

Tabla 3. Resultados de análisis de cortisol reflejaron la reducción significativa del estrés en los grupos tratados.

Grupo de Tratamiento	Nivel de Cortisol Pre-Castración (ng/ml)	Nivel de Cortisol Post-Castración (ng/ml)	Diferencia (Aumento)
T0 (Control)	55.45 ± 7.21	324.30 ± 18.52	+268.85
T1 (Anestesia Baja)	57.10 ± 6.95	115.12 ± 11.20	+58.02
T2 (Anestesia Alta)	58.22 ± 7.55	40.36 ± 4.10	-17.86

Nota: Al igual que en los lechones de 5 días, la dosis de 0.9 g de capsaicina (T2) no solo previno el aumento de cortisol, sino que lo redujo a niveles por debajo de la línea base, evidenciando una efectiva mitigación del estrés.

Resultados de Ganancia de Peso Diaria (GDP)

Tabla 4. El seguimiento productivo demostró que el control del dolor y el estrés se tradujeron en un mejor desempeño en los lechones de 21 días.

Grupo de Tratamiento	Ganancia de Peso Diaria (kg/día)
T0 (Control)	0.3983
T1 (Anestesia Baja)	0.4097
T2 (Anestesia Alta)	0.4145

Los lechones de 21 días que recibieron la combinación anestésica de capsaicina y lidocaína demostraron una mejor adaptación al procedimiento quirúrgico, con una notable disminución de los indicadores de dolor y estrés. El grupo tratado con la dosis de 0.9 g de capsaicina (T2) registró la mejor ganancia de peso diaria, lo que subraya la importancia de la analgesia para el bienestar animal y la optimización de la producción porcina.

Análisis y discusión de los resultados

El presente análisis se enfoca en la interpretación de los resultados obtenidos de la observación y el seguimiento, utilizando cuadros comparativos para facilitar la discusión de la efectividad de los tratamientos. Los hallazgos demuestran una clara correlación entre la aplicación de la mezcla anestésica de capsaicina y lidocaína, la reducción de los indicadores de estrés fisiológico y conductual, y el mejoramiento del rendimiento productivo en los lechones.

Análisis comparativo de la respuesta al estrés (cortisol)

La castración sin anestesia (Grupo Control, T0) resultó en un aumento drástico y estadísticamente significativo en los niveles de cortisol en plasma en ambos grupos de edad. Este hallazgo coincide con estudios previos que documentan una respuesta aguda de estrés en lechones sometidos a este procedimiento sin mitigación del dolor.

Tabla 5. Comparación de Niveles de Cortisol Pre y Post-Castración (ng/ml)

Grupo de Tratamiento	Lechones de 5 Días	Lechones de 21 Días
Control (T0)	333.29 ± 20.15	324.30 ± 18.52
Tratamiento 1 (T1)	120.55 ± 12.33	115.12 ± 11.20
Tratamiento 2 (T2)	17.62 ± 2.05	40.36 ± 4.10

Los datos de la tabla 5 son contundentes:

- Los grupos que recibieron anestesia (T1 y T2) mostraron un aumento considerablemente menor en los niveles de cortisol post-castración en comparación con el grupo control.
- Es destacable que el Tratamiento 2 (0.9 g de capsaicina) no solo previno el aumento de cortisol, sino que lo redujo a un nivel inferior al basal en ambos grupos de edad. Este resultado sugiere que la desensibilización del receptor TRPV1 por la dosis más alta de capsaicina fue tan efectiva que no solo bloqueó la respuesta al dolor del procedimiento, sino que también atenuó el estrés general asociado con la manipulación del animal.

Análisis comparativo del rendimiento productivo (Ganancia de Peso)

El impacto de la castración en el estrés se tradujo directamente en el desempeño productivo.

Tabla 6. Comparación de la Ganancia de Peso Diaria (GDP) (kg/día)

Grupo de Tratamiento	Lechones de 5 Días	Lechones de 21 Días
Control (T0)	0.1516	0.3983
Tratamiento 1 (T1)	0.1782	0.4097
Tratamiento 2 (T2)	0.1723	0.4145

Los datos del Cuadro 6 confirman que:

- Los lechones de ambos grupos de edad que recibieron los tratamientos anestésicos (T1 y T2) tuvieron una mayor ganancia de peso diaria que el grupo control.
- Si bien la dosis de 0.9 g de capsaicina (T2) fue superior en la reducción de cortisol, la diferencia en la GDP entre T1 y T2 fue mínima. Esto indica que la mitigación del dolor, independientemente de la dosis (siempre que sea efectiva), contribuye a un mejor rendimiento productivo. Los animales menos estresados invierten más energía en el crecimiento que en la recuperación del estrés postoperatorio.

Los resultados obtenidos confirman que la castración quirúrgica sin anestesia genera una respuesta de estrés aguda, evidenciada por incrementos significativos de cortisol plasmático en lechones de 5 y 21 días de edad. Este comportamiento fisiológico coincide con lo reportado por McEwen (2000), quien describe al cortisol como un biomarcador confiable de estrés en animales sometidos a procedimientos dolorosos, así como con estudios recientes que documentan elevaciones similares tras la castración sin analgesia (Frontiers in Veterinary Science, 2022).

La aplicación de la combinación capsaicina–lidocaína redujo de manera significativa los niveles de cortisol post-castración, siendo más evidente en el tratamiento con 0,9 g de capsaicina, donde los valores incluso descendieron por debajo de la línea basal. Estos hallazgos son coherentes con lo reportado por Tenenbaum (2017), quien señala que la activación prolongada del receptor TRPV1 induce una desensibilización nociceptiva que atenúa la respuesta al dolor. Asimismo, Martínez et al. (2015) explican que la depleción de sustancia P ocasionada por la capsaicina reduce la transmisión de señales dolorosas a nivel periférico.

En concordancia con Saller y Werner (2012, 2014), la lidocaína proporcionó un efecto anestésico inmediato durante la incisión quirúrgica, mientras que la capsaicina prolongó la analgesia en el periodo postoperatorio, lo que explica la menor expresión conductual de dolor observada en los grupos tratados. Esta sinergia farmacológica permitió una mitigación integral del estrés, tanto en su fase aguda como posterior.

Desde el punto de vista productivo, los lechones tratados presentaron una mayor ganancia diaria de peso en comparación con el grupo control. Este resultado coincide con Santana y Solórzano (2023), quienes reportaron mejoras en el desempeño productivo cuando se implementan protocolos analgésicos durante procedimientos zootécnicos. La reducción del estrés permite que la energía metabólica se destine al crecimiento y no a la respuesta fisiológica de adaptación, fortaleciendo así la eficiencia productiva.

Estos hallazgos respaldan las tendencias internacionales en bienestar animal, particularmente las regulaciones europeas que promueven la castración con analgesia obligatoria (Dechra UK, 2024). En este contexto, la combinación capsaicina–lidocaína se presenta como una alternativa viable, eficaz y económicamente sostenible para mejorar el bienestar animal sin comprometer la rentabilidad del sistema productivo.

Conclusiones

Basado en el riguroso análisis de los datos fisiológicos y de comportamiento, así como en las observaciones directas, este estudio concluye de manera contundente la efectividad del protocolo anestésico propuesto y su impacto multifacético en el bienestar animal y la productividad.

Los resultados demuestran que la aplicación de la mezcla de capsaicina y lidocaína constituye una solución viable y robusta para la mitigación del dolor en la castración de lechones. Se confirmó que la lidocaína, al actuar rápidamente como un bloqueador de los canales de sodio, proporcionó un alivio inmediato al dolor

agudo de la incisión. La capsaicina, por su parte, complementó este efecto al inducir una desensibilización duradera de las neuronas nociceptivas (aquellas que transmiten el dolor) a través de la activación de los receptores TRPV1, garantizando una analgesia sostenida durante el período postoperatorio, cuando el dolor crónico puede afectar el comportamiento de los animales.

Los hallazgos revelaron una superioridad significativa de la dosis más alta de capsaicina (0.9 g) en comparación con la dosis de 0.5 g. La respuesta fisiológica del grupo T2 (0.9 g) fue tan atenuada que los niveles de cortisol post-castración no solo no se elevaron, sino que se redujeron, sugiriendo un efecto analgésico y calmante tan profundo que logró inhibir la respuesta de estrés en su totalidad. Este resultado subraya la importancia de optimizar la dosificación para lograr los máximos beneficios en términos de bienestar animal.

Este estudio establece una clara correlación entre la reducción del estrés fisiológico y un mejor desempeño productivo. Los lechones de los grupos tratados, al experimentar menos dolor y angustia, pudieron invertir su energía metabólica en el crecimiento en lugar de en la recuperación del estrés quirúrgico. Esto se reflejó en una mayor ganancia de peso diaria (GDP) en comparación con el grupo control, demostrando que las prácticas éticas de manejo del dolor son un factor clave para la optimización de los sistemas de producción.

La investigación aporta una justificación científica sólida para la adopción de protocolos de anestesia en la castración de lechones, especialmente en regiones donde la práctica sin mitigación del dolor aún es común. Al proporcionar evidencia de que esta práctica no solo es éticamente necesaria, sino también económicamente viable, el estudio contribuye al debate global sobre el bienestar animal y apoya el desarrollo de regulaciones más humanitarias en la industria porcina.

Referencias

- Andrade Ávila LA, Crivelli Matamoros LE, Enamorado López ML, Fuentes Núñez GA, Fuentes Sánchez AL, Gavarrete Paz JV, Gómez Bautista CA. 2019. Lidocaína versus lidocaína/epinefrina: generalidades y toxicidad. Rev Cient Esc Univ Cienc Salud. Disponible en: <https://lamjol.info/index.php/RCEUCS/article/view/8410>
- Dechra UK. 2024. Piglet castration and swine welfare in Europe: overview of current situation. [Internet]. [citado 2025 sep 22]. Disponible en: <https://www.dechra.co.uk/food-producing-animal/pain-management-in-swine/piglet-castration-and-swine-welfare-in-europe-overview-of-current-situation>
- Frontiers in Veterinary Science. 2022. Piglets' acute responses to local anesthetic injection and surgical castration: effects of the injection method and interval between injection and castration. Front Vet Sci 9:1009858.
- Martínez LG, Souto CR, Suria GS, Minaberriet CE. 2015. Canales iónicos TRP y su papel en terapia analgésica. Rev Cubana Invest Bioméd. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v34n3/ibi08315.pdf>
- McEwen BS. 2000. The neurobiology of stress: from serendipity to clinical relevance. Brain Res 886:172-189.

Mejía F. 2013. Aislamiento y caracterización fisicoquímica de la capsaicina en frutos de *Capsicum chinense*. Tesis de pregrado. Quito (Ecuador): Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Saller T, Werner J. 2012. Local anesthesia in piglets undergoing castration: a comparative study to investigate the analgesic effects of four local anesthetics based on defensive behavior and side effects. Res Vet Sci 93(1):687-692.

Saller T, Werner J. 2014. Evaluation of two injection techniques in combination with procaine for pain relief in piglets undergoing castration. Open J Vet Med 4:159-165.

Santana Williams LR, Solórzano Zambrano RA. 2023. Diferentes dosis de capsaicina 0,075% más lidocaína 2% como anestésico local en castración de lechones. Tesis de pregrado. Calceta (Ecuador): ESPAM MFL.

Tenenbaum T. 2017. TRPV1 modulators for the treatment of pain and inflammation. ACS Med Chem Lett 8(9):974-977.

UBC Blogs. s.f. Welfare issues of piglet castration. [Internet]. [citado 2025 sep 22]. Disponible en: <https://blogs.ubc.ca/pigletcastrationwelfare/welfare-issues-in-regards-to-castration>

WUR eDepot. s.f. Castration under anaesthesia and/or analgesia in commercial pig production. [Internet]. [citado 2025 sep 22]. Disponible en: <https://edepot.wur.nl/45006>