



Efecto de la laceración de la cola del epidídimo sobre la concentración espermática y la ganancia de peso en toretes Nelore

Effect of Cauda Epididymis Laceration on Sperm Concentration and Live-Weight Gain in Nelore Young Bulls

Efeito da laceração da cauda do epidídimo na concentração de espermatozoides e no ganho de peso vivo em novilhos Nelore.

ARTÍCULO ORIGINAL

Denis Casiano Llana Lopez
dr_d_clinican@hotmail.com
<http://orcid.org/0000-0002-3759-424X>

Universidad Nacional
Amazónica de Madre de
Dios, Madre de Dios – Perú

Marco Antonio Cabrera
Quispe
acabrera@unamad.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0001-8818-0269>

Universidad Nacional
Amazónica de Madre de
Dios, Madre de Dios – Perú

Clifton Layo Mahoma Yupe
cliftonmahoma@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1086-8204>

Universidad Nacional
Amazónica de Madre de
Dios, Madre de Dios – Perú

Clinton Vargas Olgado
<https://orcid.org/0009-0002-1568-6589>

Universidad Nacional
Amazónica de Madre de
Dios, Madre de Dios – Perú

Recibido 25 de Junio 2026 | Arbitrado y aceptado 12 de Julio 2026 | Publicado el 24 de Agosto 2026

RESUMEN

La esterilización de machos bovinos mediante procedimientos que reduzcan la capacidad fecundante sin comprometer el desempeño productivo puede constituir una alternativa de manejo en sistemas extensivos. El objetivo fue evaluar el efecto de la laceración de la cola del epidídimo sobre la concentración espermática y la ganancia de peso en toretes Nelore. Se trabajó con 20 animales, distribuidos en grupo experimental ($n = 10$) y control ($n = 10$). La concentración espermática y el peso vivo se evaluaron al inicio, a los 10 y a los 20 días. En el grupo experimental, la concentración espermática disminuyó de 1.20 ± 0.08 millones/mm³ a 0.19 ± 0.12 y 0.01 ± 0.01 millones/mm³; el control mantuvo valores de 1.17 ± 0.07 , 1.08 ± 0.05 y 1.06 ± 0.03 millones/mm³. Las diferencias fueron significativas a los 10 y 20 días. El peso aumentó en ambos grupos sin diferencias significativas. Se concluye que la laceración produjo una reducción rápida y marcada de la concentración espermática sin penalización ponderal detectable durante 20 días.

Palabras clave: bovinos; Nelore; epidídimo; esterilización; concentración espermática; peso vivo.

ABSTRACT

Sterilization of male cattle using procedures that reduce fertility without compromising productive performance can be a management alternative in extensive systems. The objective was to evaluate the effect of epididymal tail laceration on sperm concentration and weight gain in Nelore bull calves. Twenty animals were used, divided into an experimental group ($n = 10$) and a control group ($n = 10$). Sperm concentration and live weight were evaluated at baseline, and at 10 and 20 days. In the experimental group, sperm concentration decreased from 1.20 ± 0.08 million/mm³ to 0.19 ± 0.12 and 0.01 ± 0.01 million/mm³; The control group maintained sperm concentrations of 1.17 ± 0.07 , 1.08 ± 0.05 , and 1.06 ± 0.03 million/mm³. Differences were significant at 10 and 20 days. Weight increased in both groups, but no significant differences were observed. It is concluded that epididymal laceration resulted in a rapid and marked reduction in sperm concentration without any detectable weight penalty for 20 days.

Keywords: cattle; Nelore; epididymis; sterilization; sperm concentration; live weight.

RESUMO

A esterilização de bovinos machos por meio de procedimentos que reduzem a fertilidade sem comprometer o desempenho produtivo pode ser uma alternativa de manejo em sistemas extensivos. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da laceração da cauda do epidídimo sobre a concentração espermática e o ganho de peso em bezerros machos da raça Nelore. Vinte animais foram utilizados, divididos em um grupo experimental ($n = 10$) e um grupo controle ($n = 10$). A concentração espermática e o peso vivo foram avaliados no início do experimento e aos 10 e 20 dias. No grupo experimental, a concentração espermática diminuiu de $1,20 \pm 0,08$ milhões/mm³ para $0,19 \pm 0,12$ e $0,01 \pm 0,01$ milhões/mm³; o grupo controle manteve concentrações espermáticas de $1,17 \pm 0,07$, $1,08 \pm 0,05$ e $1,06 \pm 0,03$ milhões/mm³. As diferenças foram significativas aos 10 e 20 dias. O peso aumentou em ambos os grupos, mas não foram observadas diferenças significativas. Conclui-se que a laceração do epidídimo resultou em uma redução rápida e acentuada na concentração de espermatozoides, sem qualquer perda de peso detectável durante 20 dias.

Palavras-chave: bovinos; Nelore; epidídimo; esterilização; concentração de espermatozoides; peso vivo.

Introducción

En términos fisiológicos, la laceración de la cola del epidídimo se diferencia de la castración convencional porque no elimina directamente el tejido testicular. El interés de esta distinción radica en que la función endocrina puede conservarse mientras se interrumpe el almacenamiento o tránsito de espermatozoides. Esta hipótesis biológica exige comprobar por separado la respuesta reproductiva y la respuesta productiva, evitando asumir que la reducción espermática implica automáticamente ausencia de efectos sobre bienestar o comportamiento.

La evidencia contemporánea sobre castración bovina refuerza esa cautela. Nogues et al. (2025), en una revisión sistemática y metaanálisis de 17 estudios, muestran que la analgesia multimodal puede reducir el incremento de cortisol durante las primeras horas posteriores a la castración quirúrgica, pero también documentan una elevada heterogeneidad entre métodos y desenlaces. Por ello, el presente estudio interpreta el peso exclusivamente como indicador productivo y no como sustituto de una evaluación específica de dolor.

El control reproductivo de machos bovinos forma parte del manejo de sistemas de producción de carne porque facilita la conducción del hato, previene montas no planificadas y puede modificar determinadas características productivas. Las técnicas tradicionales incluyen orquiectomía, Burdizzo, elastración, vasectomía e inmunocastración. Ningún método es universalmente óptimo y su elección debe considerar eficacia, edad, infraestructura, manejo posterior y bienestar animal.

La castración es un procedimiento doloroso y puede desencadenar estrés, inflamación, cambios conductuales y alteraciones productivas. Marquette et al. (2023) destacan que la magnitud y duración de estas respuestas dependen del método, la edad y el control analgésico.

La contribución científica consiste en documentar simultáneamente la trayectoria espermática y ponderal después de una intervención poco estudiada. La pregunta central es si la laceración produce una reducción intensa de la concentración espermática y si esa respuesta ocurre sin una penalización productiva detectable.

El uso de tres momentos de evaluación —basal, 10 y 20 días— permite observar la velocidad del cambio. Esta característica mejora la interpretación frente a diseños con una única medición posoperatoria, pero veinte días continúan siendo insuficientes para afirmar irreversibilidad o esterilidad permanente.

La raza Nelore posee particular importancia en sistemas tropicales por su rusticidad y adaptación al calor. Evaluar una técnica de esterilización en animales Nelore bajo condiciones amazónicas aporta evidencia contextual, aunque los resultados no deben extrapolarse automáticamente a otras razas, edades o sistemas de producción.

Desde la perspectiva productiva, el peso vivo es relevante porque un procedimiento doloroso o inflamatorio puede modificar temporalmente el consumo y la ganancia diaria. Sin embargo, ausencia de pérdida de peso no demuestra ausencia de dolor. El presente estudio interpreta el peso exclusivamente como indicador productivo porque no dispone de cortisol, escalas conductuales, inflamación cuantificada ni consumo de materia seca.

El epidídimo no es un conducto pasivo. Durante su tránsito, los espermatozoides experimentan cambios estructurales y bioquímicos indispensables para la fecundación. La cola funciona como reservorio de células maduras y participa en su liberación hacia el conducto deferente. Una alteración localizada puede reducir los espermatozoides disponibles en el semen sin necesidad de extirpar el testículo.

Las técnicas que preservan el testículo plantean un escenario fisiológico diferente. Hess et al. (2024) revisan métodos contemporáneos de esterilización masculina y señalan que distintas estructuras del tracto reproductivo pueden utilizarse para impedir la fertilidad. La preservación testicular podría mantener parte de la función endocrina, pero esta posibilidad debe demostrarse mediante mediciones hormonales.

Nogues et al. (2025), en una revisión sistemática y metaanálisis, identificaron 383 publicaciones y 17 estudios elegibles sobre manejo del dolor asociado con la castración. La analgesia multimodal redujo el incremento de cortisol durante las primeras horas posteriores a la castración quirúrgica, aunque la heterogeneidad entre estudios fue elevada. Este hallazgo sitúa cualquier técnica nueva dentro de un estándar

contemporáneo: además de eficacia reproductiva, deben documentarse dolor, inflamación, complicaciones y recuperación.

En sistemas extensivos de producción de carne, la decisión de esterilizar a los machos no responde únicamente a una finalidad reproductiva. También se relaciona con seguridad del personal, prevención de montas no deseadas y organización de lotes. Los beneficios operativos deben equilibrarse con los costos biológicos del procedimiento; la edad, la técnica y la analgesia modifican la respuesta del animal (Marquette et al., 2023; Nogues et al., 2025).

Alternativas de esterilización

Las estrategias que esterilizan al macho sin extirpar el testículo han adquirido interés porque permiten actuar sobre diferentes segmentos del tracto reproductivo. Hess et al. (2024) señalan que los conductos eferentes, el epidídimo y el conducto deferente constituyen blancos anatómicos potenciales para impedir el transporte de espermatozoides.

La laceración de la cola del epidídimo pretende alterar el reservorio epididimario y la continuidad del transporte espermático, preservando el tejido testicular. Su utilidad depende de que la disminución de espermatozoides sea rápida, consistente y compatible con un desempeño productivo aceptable.

Fundamento fisiológico

Los espermatozoides que abandonan el testículo requieren maduración epididimaria para adquirir motilidad y capacidad fecundante. De y Datta (2023) describen modificaciones extensas de la superficie espermática durante este tránsito. La cola del epidídimo funciona además como reservorio de espermatozoides maduros antes de su paso al conducto deferente.

Una lesión en esta región puede disminuir la disponibilidad de espermatozoides en el eyaculado aun cuando la espermatogénesis continúe. Este principio diferencia la laceración epididimaria de la orquiectomía y justifica su evaluación experimental.

Brecha, objetivo e hipótesis

Existe poca evidencia experimental sobre la laceración de la cola del epidídimo como método de esterilización bovina. La contribución del estudio consiste en documentar una trayectoria temporal con mediciones antes de la intervención y a los 10 y 20 días.

El objetivo fue evaluar el efecto de la laceración sobre la concentración espermática y la ganancia de peso. H1: la concentración espermática disminuirá significativamente respecto del control. H2: la ganancia de peso no diferirá significativamente entre grupos durante 20 días.

Diseño y lugar

La investigación fue experimental y se realizó en el Centro de Desarrollo Ganadero del Gobierno Regional de Madre de Dios, ubicado en el km 15.8 de la carretera Puerto Maldonado-Cusco, Tambopata, a aproximadamente 186 m s. n. m.

Se trabajó con 20 toretes Nelore machos enteros seleccionados por conveniencia. Diez animales conformaron el grupo experimental y diez el grupo control. El seguimiento comprendió tres momentos: basal, 10 días y 20 días.

Preparación

Antes de la intervención se desarrolló una fase de acostumbramiento de aproximadamente tres semanas para habitar a los animales al personal y a las maniobras de sujeción. La tesis describe ayuno preoperatorio, medicación, anestesia local, rasurado y antisepsia.

Para la publicación definitiva, el autor deberá incorporar la constancia de aprobación ética o autorización institucional si se encuentra disponible en el expediente original.

Intervención

En los animales experimentales se identificó anatómicamente la cola del epidídimo. Se introdujo una aguja hipodérmica estéril dirigida hacia la estructura y se

efectuó una laceración controlada durante aproximadamente dos a tres minutos. El grupo control no recibió la intervención.

El seguimiento posoperatorio incluyó observación clínica y tratamiento farmacológico según el protocolo descrito en la tesis.

Con diez animales por grupo, un resultado no significativo en peso no constituye una prueba formal de equivalencia. Un ensayo de no inferioridad requeriría definir un margen clínicamente relevante y calcular previamente el tamaño muestral.

El peso vivo se obtuvo con balanza electrónica. Dado que la ganancia observada en veinte días es pequeña respecto de la dispersión basal, la interpretación productiva debe considerar también edad y peso inicial.

La cámara de Neubauer proporciona una estimación cuantitativa de concentración espermática. La comparabilidad longitudinal se favoreció al utilizar el mismo procedimiento de conteo en los tres momentos.

El procedimiento de laceración debe entenderse como una intervención veterinaria experimental y no como una recomendación para aplicación sin supervisión profesional. Su eventual transferencia requiere protocolos estandarizados de analgesia, asepsia, seguridad y seguimiento.

El periodo de acostumbramiento previo buscó disminuir variabilidad asociada con inmovilización y contacto humano. Aunque la tesis no cuantificó estrés de manejo, la habituación constituye una medida metodológica pertinente en bovinos.

El diseño correspondió a un experimento con dos grupos paralelos y mediciones repetidas. La unidad experimental fue cada torete. La comparación basal permitió valorar la similitud inicial y las mediciones posteriores permitieron cuantificar la divergencia temporal entre tratamientos.

Resultados

Animal	Inicial	10 días	20 días
1	1.19	0.15	0.03
2	1.28	0.25	0.00
3	1.12	0.40	0.05
4	1.04	0.15	0.01
5	1.20	0.40	0.00
6	1.28	0.15	0.03
7	1.24	0.20	0.01
8	1.20	0.05	0.01
9	1.20	0.15	0.00
10	1.32	0.05	0.00

Nota. Millones de espermatozoides/mm³. Datos de los anexos de la tesis.

Tabla 1. Concentración espermática individual del grupo experimental

Animal	Inicial	10 días	20 días
1	1.04	0.98	1.05
2	1.12	1.05	1.05
3	1.12	1.06	1.10
4	1.19	1.08	1.05
5	1.20	1.16	1.11
6	1.20	1.07	1.00
7	1.20	1.12	1.05
8	1.28	1.15	1.12
9	1.24	1.14	1.05
10	1.12	1.07	1.02

Nota. Millones de espermatozoides/mm³. Datos de los anexos de la tesis.

Tabla 2. Concentración espermática individual del grupo control

Concentración espermática

La concentración espermática se determinó mediante cámara de Neubauer. El semen fue diluido y homogeneizado antes del conteo microscópico. Los resultados se expresaron en millones de espermatozoides por mm³.

Las mediciones se realizaron al inicio, a los 10 días y a los 20 días. Los anexos de la tesis conservan los registros individuales y permiten verificar la trayectoria de cada animal.

Peso y estadística

El peso vivo se registró individualmente con balanza electrónica en los mismos tres momentos. La ganancia de peso se calculó a partir de las diferencias entre mediciones.

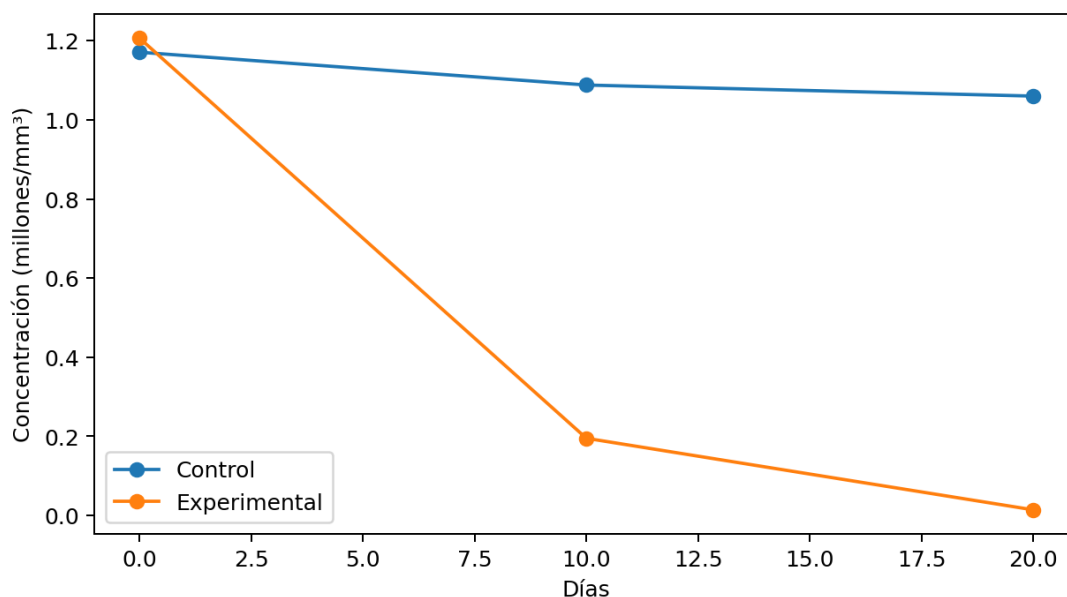
La tesis aplicó pruebas de normalidad y pruebas t de Student. El nivel de significación fue $\alpha = .05$. El presente artículo conserva los resultados inferenciales originales y reorganiza la información descriptiva según APA 7.

Concentración espermática

Al inicio, ambos grupos presentaron concentraciones comparables: 1.17 ± 0.07 millones/mm³ en controles y 1.20 ± 0.08 en experimentales ($p = .223$). A los 10 días, el grupo experimental descendió a 0.19 ± 0.12 , mientras el control se mantuvo en 1.08 ± 0.05 ($p = .001$).

A los 20 días, los valores fueron 0.01 ± 0.01 y 1.06 ± 0.03 millones/mm³, respectivamente ($p < .001$). La separación entre grupos fue, por tanto, rápida y de gran magnitud.

Figura 1. Evolución media de la concentración espermática por grupo



Nota. Elaboración propia con datos de la tesis.

Grupo	Inicial	10 días	20 días
Control	1.17 ± 0.07	1.09 ± 0.06	1.06 ± 0.04
Experimental	1.21 ± 0.08	0.20 ± 0.12	0.01 ± 0.02

Nota. Media ± desviación estándar; millones/mm³.

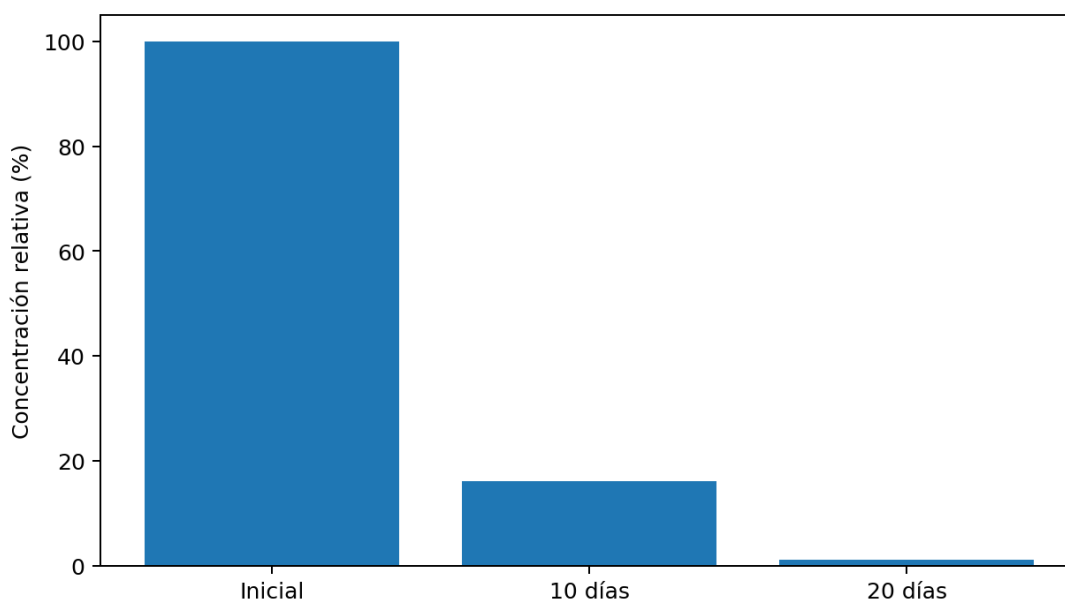
Tabla 3. Estadísticos descriptivos de concentración espermática

Magnitud del efecto

La reducción de la concentración espermática del grupo experimental fue cercana al 84% a los 10 días y superior al 99% a los 20 días respecto del valor basal. La magnitud del cambio acompaña a la significación estadística y constituye el principal hallazgo biológico.

El grupo control presentó una disminución pequeña durante el periodo, sin aproximarse a la magnitud observada en los animales lacerados. El patrón respalda H1.

Figura 2. Reducción relativa de la concentración espermática experimental



Nota. El valor inicial se expresa como 100%.

Animal	Inicial	10 días	20 días	Ganancia
1	134.0	136.3	138.8	4.8
2	167.0	169.0	171.3	4.3
3	185.0	187.5	190.2	5.2
4	191.0	193.4	196.0	5.0
5	195.0	197.6	200.4	5.4
6	214.0	216.3	218.8	4.8
7	247.0	249.5	252.2	5.2
8	254.0	256.4	259.0	5.0
9	260.0	262.6	265.4	5.4
10	276.0	278.5	281.2	5.2

Nota. Valores en kg.

Tabla 4. Peso individual del grupo experimental

Animal	Inicial	10 días	20 días	Ganancia
1	131.0	133.7	136.7	5.7
2	164.0	166.0	168.3	4.3
3	178.0	180.7	183.6	5.6
4	184.0	186.6	189.6	5.6
5	192.0	194.6	197.5	5.5
6	231.0	233.8	236.9	5.9
7	243.0	245.7	248.7	5.7
8	261.0	264.0	267.2	6.2
9	272.0	274.5	277.4	5.4
10	283.0	285.4	288.2	5.2

Nota. Valores en kg.

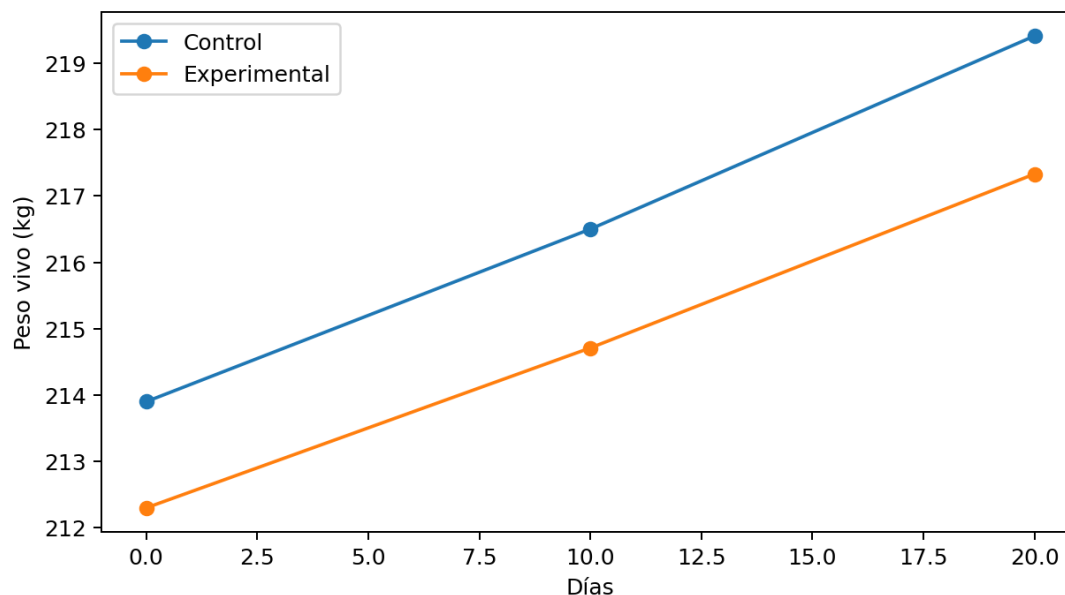
Tabla 5. Peso individual del grupo control

Peso vivo

El peso vivo aumentó gradualmente en ambos grupos. El grupo experimental pasó de aproximadamente 212 ± 45.9 kg al inicio a 217 ± 46.1 kg a los 20 días. El control pasó de 214 ± 51.1 kg a 219 ± 51.3 kg.

Los valores p fueron superiores a .05 en todas las comparaciones, por lo que no se identificó una diferencia significativa atribuible al tratamiento. El resultado respalda H2 dentro del horizonte estudiado.

Figura 3. Evolución del peso vivo medio por grupo



Nota. Elaboración propia con datos de la tesis.

Animal	Edad	Peso	Grupo
1	23	134.0	Experimental
2	25	167.0	Experimental
3	27	185.0	Experimental
4	28	191.0	Experimental
5	28	195.0	Experimental
6	30	214.0	Experimental
7	32	247.0	Experimental
8	33	254.0	Experimental
9	33	260.0	Experimental
10	35	276.0	Experimental
11	23	131.0	Control
12	24	164.0	Control
13	26	178.0	Control
14	27	184.0	Control
15	28	192.0	Control
16	31	231.0	Control
17	32	243.0	Control
18	33	261.0	Control
19	34	272.0	Control
20	36	283.0	Control

Nota. Edad en meses y peso en kg.

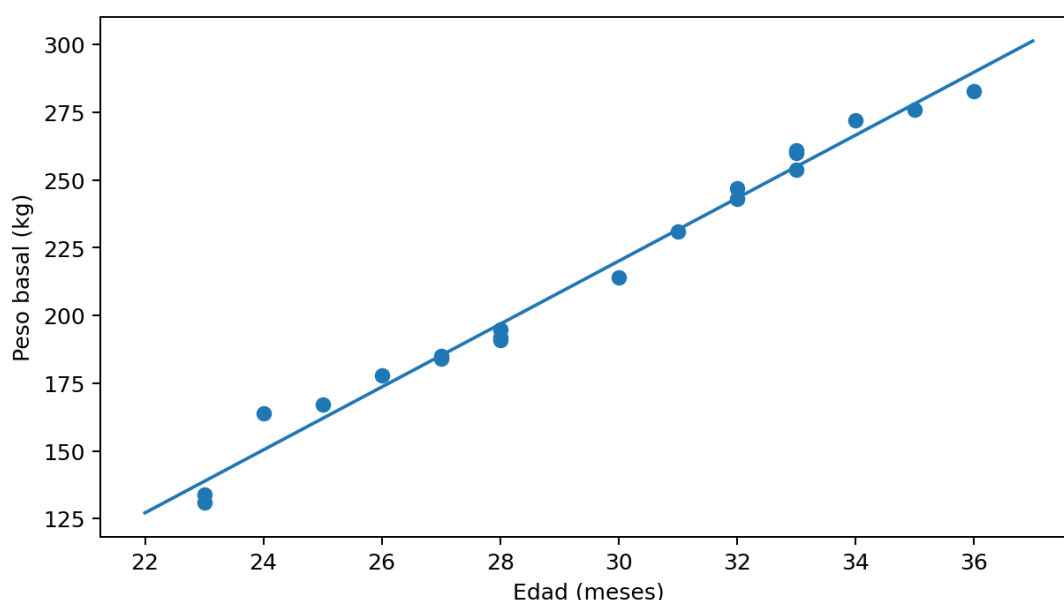
Tabla 6. Edad y peso basal de los 20 toretes

Edad y peso

La tesis reportó una correlación de Pearson de $r = .99$ entre edad en meses y peso vivo, con $p < .001$. Esta asociación indica que una parte importante de la variabilidad ponderal entre animales estaba vinculada con la edad.

La fuerte relación edad-peso debe considerarse al interpretar el desenlace productivo. Las diferencias basales de tamaño eran amplias, mientras el incremento observado durante 20 días fue relativamente pequeño. Estudios posteriores deberían ajustar formalmente por edad y peso inicial.

Figura 4. Relación entre edad y peso basal



Nota. Elaboración propia con los datos individuales de la tesis.

La correlación edad-peso reportada en la tesis indica que la edad constituye un factor de confusión potencial. En estudios posteriores convendría utilizar modelos de medidas repetidas o análisis de covarianza ajustados por edad y peso inicial.

En el peso vivo, la ganancia individual fue positiva en los veinte animales. La magnitud del incremento fue semejante entre tratamientos, lo que explica la ausencia de diferencias significativas. Sin embargo, la elevada dispersión basal reduce la sensibilidad para detectar efectos pequeños.

Entre el inicio y el día 10, la media experimental cayó aproximadamente 84%; al día 20 la reducción fue superior a 99%. Este gradiente temporal es compatible con agotamiento del reservorio distal y alteración del transporte, aunque el diseño no identifica el mecanismo histológico exacto.

El análisis de los registros individuales confirma que la respuesta espermática no dependió de uno o dos animales extremos. A los 20 días, la totalidad de los animales experimentales presentó valores muy bajos y el máximo fue 0.05 millones/mm³, mientras los controles permanecieron alrededor de 1 millón/mm³.

Discusión

Los resultados son fisiológicamente plausibles a la luz de la función epididimaria. De y Datta (2023) describen el epidídimo como un entorno esencial para la maduración espermática y destacan la importancia de las modificaciones de superficie que ocurren durante el tránsito. Una alteración de la cola epididimaria puede, por tanto, reducir drásticamente el número de espermatozoides disponibles para la eyaculación, aunque la producción testicular continúe.

La comparación con la literatura sobre castración debe hacerse con prudencia porque la laceración epididimaria no es equivalente a la orquiectomía, la elastración o la compresión del cordón. Hess et al. (2024) muestran que existen distintas estrategias anatómicas para producir esterilidad masculina y que los métodos que preservan el testículo requieren demostrar no solo eficacia sino también seguridad e irreversibilidad. El presente experimento aporta evidencia sobre el primer componente, pero no resuelve todavía los dos últimos.

El principal hallazgo fue la disminución intensa y progresiva de la concentración espermática después de la laceración de la cola del epidídimo. La reducción superior al 99% a los 20 días es coherente con la función de la cola epididimaria como reservorio y segmento final de maduración y transporte.

El resultado proporciona evidencia de eficacia espermática de corto plazo, pero no demuestra esterilidad permanente. El estudio no evaluó fertilidad mediante monta o inseminación, histopatología ni recanalización. Por ello, la interpretación debe restringirse al periodo observado.

Comparación con la literatura

Las revisiones contemporáneas muestran que la castración quirúrgica, la elastración y Burdizzo producen perfiles distintos de dolor, inflamación y desempeño. Marquette et al. (2023) concluyen que la respuesta depende del método, la edad y la analgesia. Hess et al. (2024) destacan el interés por métodos de esterilización que actúan sobre el tracto reproductivo sin recurrir necesariamente a la castración convencional.

La laceración epididimaria conserva el testículo y actúa sobre el transporte espermático. Esta diferencia anatómica podría contribuir a explicar la ausencia de una penalización ponderal detectable, pero esta interpretación permanece como hipótesis porque la tesis no midió testosterona ni otros marcadores endocrinos.

Peso y bienestar

La ausencia de diferencias de peso entre grupos coincide con la evidencia de que el impacto productivo de la castración puede variar ampliamente. Sin embargo, desempeño y bienestar no son equivalentes. Un animal puede mantener su ganancia de peso y experimentar dolor agudo o inflamación.

Una revisión sistemática y metaanálisis reciente sobre manejo del dolor en castración bovina incluyó cortisol, cambios de peso y conductas dolorosas como desenlaces. Futuras investigaciones sobre laceración epididimaria deberían incorporar cortisol, escalas conductuales, inflamación y consumo de alimento.

Implicaciones productivas

Desde una perspectiva de manejo, una técnica que reduzca rápidamente la concentración espermática sin disminuir el peso podría resultar de interés en sistemas extensivos. No obstante, antes de recomendar su aplicación se requiere confirmar seguridad, irreversibilidad, ausencia de complicaciones y eficacia reproductiva a largo plazo.

También sería necesario compararla directamente con vasectomía, Burdizzo, orquiectomía e inmunocastración mediante diseños aleatorizados. Las comparaciones

deberían incluir tiempo operatorio, dolor, inflamación, complicaciones, testosterona, conducta sexual, fertilidad y desempeño productivo.

La decisión sobre adopción de una técnica de esterilización debe integrar eficacia, bienestar, seguridad ocupacional, costo, tiempo de procedimiento y riesgo de fallos. Los resultados son prometedores respecto de reducción espermática, pero insuficientes para recomendar sustitución de métodos validados.

Para avanzar hacia evidencia de mayor nivel se requiere un ensayo aleatorizado con cálculo de potencia, cegamiento del evaluador de semen, protocolo analgésico estandarizado y seguimiento de varios meses. También debería incluir un comparador con una técnica establecida.

La contribución del artículo reside en recuperar y reorganizar datos experimentales individuales que permiten visualizar la trayectoria de la respuesta. Las tablas y figuras muestran que el efecto espermático es consistente a nivel grupal e individual.

Los datos de peso muestran que todos los animales continuaron creciendo durante el seguimiento. Este patrón es compatible con recuperación productiva, aunque el corto periodo y la heterogeneidad basal impiden anticipar el desempeño durante un ciclo completo de engorde.

La aplicabilidad en sistemas amazónicos puede representar una ventaja logística, pero también exige cautela. Higiene, capacidad de seguimiento y acceso a atención veterinaria influyen en el riesgo de complicaciones. La técnica no debe evaluarse únicamente por rapidez de ejecución.

Desde el bienestar animal, cualquier nueva técnica debe compararse con estándares actuales de analgesia. Nogues et al. (2025) concluyen que la analgesia multimodal mitiga el incremento de cortisol en las primeras horas de la castración quirúrgica. No existe fundamento para asumir que la laceración epididimaria carece de dolor.

Una concentración cercana a cero al día 20 no asegura que el animal permanezca infértil meses después. Los estudios de esterilización deben incorporar seguimiento

prolongado y pruebas funcionales o indicadores validados de ausencia sostenida de espermatozoides fértiles.

La ausencia de histopatología impide determinar si la laceración produjo fibrosis, obstrucción completa, inflamación persistente o eventual recanalización. La ultrasonografía seriada y la histología permitirían relacionar el cambio anatómico con la respuesta espermática.

La caída superior al 99% es mucho mayor que la variación espontánea del control. La diferencia sugiere un efecto biológicamente relevante y no únicamente una significación estadística. Sin embargo, la fertilidad depende también de motilidad, morfología, integridad de membrana y capacidad de fecundación.

El mantenimiento del peso durante veinte días es compatible con ausencia de una penalización productiva grande, pero no demuestra equivalencia. Nogues et al. (2025) muestran que el cambio de peso es menos sensible que cortisol o conducta para caracterizar dolor agudo.

El resultado debe diferenciarse de la castración convencional. En la orquiectomía se eliminan las gónadas y disminuye la producción de testosterona; en una técnica que preserva el testículo, la función endocrina podría mantenerse. Hess et al. (2024) señalan que los métodos alternativos deben evaluarse por duración, reversibilidad, efectos endocrinos y seguridad.

El descenso espermático observado es fisiológicamente plausible. La cola del epidídimo concentra y almacena espermatozoides maduros; una lesión que altere su continuidad puede impedir que las células alcancen el conducto deferente. De y Datta (2023) muestran que la función epididimaria es indispensable para la competencia fecundante.

Finalmente, la relevancia de esta investigación radica en abrir una línea experimental, no en cerrar la comparación entre métodos. Los datos muestran una señal fuerte sobre concentración espermática y una señal neutra sobre peso en el corto plazo. El siguiente paso científico es convertir esa señal en evidencia robusta mediante ensayos controlados, mayor muestra, seguimiento prolongado y evaluación simultánea de fertilidad, bienestar, endocrinología y productividad.

La seguridad también debe evaluarse de manera sistemática. Entre los desenlaces relevantes se encuentran edema, hematoma, infección, absceso, fiebre, cojera, necesidad de tratamiento adicional y mortalidad. El hecho de que estos eventos no aparezcan como desenlaces cuantificados en la tesis impide estimar su frecuencia. Un estudio de validación debería definirlos previamente y reportarlos de acuerdo con estándares de investigación veterinaria.

En términos de reproducibilidad, la descripción anatómica del procedimiento debe estandarizarse con mayor precisión. Futuras investigaciones deberían documentar sitio de punción, calibre de aguja, profundidad, duración, número de movimientos, uso de ultrasonografía y criterios de finalización. Una técnica poco estandarizada puede producir lesiones variables y, por tanto, resultados inconsistentes entre operadores.

También resulta necesario valorar el efecto endocrino. La conservación anatómica del testículo permite plantear que la testosterona podría mantenerse, lo cual tendría implicaciones sobre crecimiento, comportamiento sexual y características de canal. Sin mediciones hormonales, esta posibilidad no puede asumirse. La incorporación de testosterona sérica antes y después del procedimiento ayudaría a explicar tanto el mantenimiento del peso como posibles cambios conductuales.

El bienestar animal constituye el principal eje que debe incorporarse antes de cualquier recomendación práctica. La evidencia de Nogues et al. (2025) muestra que la respuesta al dolor de castración es multidimensional y que la literatura presenta heterogeneidad considerable. Un protocolo contemporáneo debería combinar anestesia local, analgesia sistémica, evaluación conductual, cortisol y observación de la herida. Esta información permitiría determinar si la laceración ofrece alguna ventaja real frente a técnicas establecidas.

El periodo posoperatorio inmediato puede incluir respuestas transitorias que desaparecen con rapidez. Por esta razón, un seguimiento con mediciones diarias durante la primera semana y luego semanales permitiría caracterizar mejor la recuperación. El diseño original, con evaluaciones a los días 10 y 20, es adecuado para detectar cambios sostenidos, pero puede omitir alteraciones agudas ocurridas en las primeras horas o días.

Respecto del peso, la situación es distinta. La diferencia media entre grupos fue pequeña en relación con desviaciones estándar cercanas a 46–51 kg. Esta elevada variabilidad explica por qué el estudio tiene menor capacidad para detectar cambios modestos. En un ensayo futuro, el uso de ganancia diaria de peso como desenlace primario, acompañado de consumo de alimento y ajuste por peso inicial, proporcionaría una medida más sensible del impacto productivo.

El análisis de la magnitud del efecto es especialmente relevante en muestras pequeñas. Con diez animales por grupo, los valores p pueden ser sensibles a la dispersión; sin embargo, la diferencia entre aproximadamente 1.06 millones/mm³ en controles y 0.01 millones/mm³ en experimentales al día 20 es amplia en términos biológicos. Por ello, la interpretación no depende únicamente de la significación estadística, sino también de la consistencia individual y del tamaño de la reducción.

El comportamiento de los controles fortalece la interpretación. Si la reducción hubiera sido producto principalmente de variación analítica o del manejo de las muestras, sería esperable observar cambios de magnitud semejante en ambos grupos. En cambio, los controles permanecieron en un intervalo estrecho durante las tres evaluaciones. La estabilidad relativa del grupo no intervenido funciona como referencia interna y permite atribuir mayor plausibilidad al efecto de la laceración.

Una comparación conceptual con la vasectomía ayuda a precisar el mecanismo. Ambos procedimientos buscan impedir que espermatozoides funcionales alcancen el eyaculado sin retirar necesariamente el testículo, pero actúan en segmentos anatómicos diferentes. La vasectomía interrumpe el conducto deferente; la laceración estudiada actúa sobre la cola epididimaria, donde se almacenan espermatozoides maduros. Esta diferencia puede modificar la velocidad de vaciamiento del reservorio y la respuesta inflamatoria local. El descenso observado ya a los 10 días sugiere que la disponibilidad espermática se alteró tempranamente, aunque no se dispone de imágenes o histología que permitan describir el proceso tisular.

Limitaciones

Una limitación adicional es que la tesis no documenta un cálculo previo de tamaño muestral ni una asignación aleatoria formal. Con diez animales por grupo, la

investigación tiene capacidad para detectar diferencias grandes, como la observada en concentración espermática, pero puede carecer de potencia para identificar efectos pequeños o moderados sobre peso vivo. Esta consideración impide interpretar un resultado no significativo como equivalencia definitiva entre tratamientos.

El horizonte de 20 días también condiciona la validez externa. La disminución espermática puede ser transitoria o permanente; distinguir ambas posibilidades requiere evaluaciones posteriores y, preferentemente, pruebas funcionales de fertilidad. De igual modo, la ganancia de peso en tres semanas no permite anticipar el desempeño durante un ciclo completo de engorde.

El tamaño muestral fue reducido y la selección no probabilística. La asignación descrita en la tesis no alcanza el mismo nivel de control de un ensayo aleatorizado contemporáneo. El seguimiento de 20 días es insuficiente para demostrar esterilidad permanente.

No se midieron motilidad, morfología espermática, integridad de membrana, testosterona, cortisol, marcadores inflamatorios ni conducta. Tampoco se realizó histopatología. Estas variables son necesarias para comprender el mecanismo y valorar integralmente bienestar y eficacia.

La heterogeneidad de edad y peso inicial sugiere que modelos longitudinales ajustados por covariables mejorarían la estimación del efecto.

La calidad seminal se representó por concentración. Deben añadirse motilidad, morfología, viabilidad e integridad de membrana.

No se midieron marcadores específicos de bienestar. Cortisol, conductas dolorosas, inflamación, locomoción y consumo permitirían valorar integralmente el costo biológico.

El seguimiento de veinte días describe una respuesta temprana, pero no permanencia. Tampoco se evaluaron conducta sexual ni fertilidad funcional.

La selección por conveniencia y la falta de una descripción detallada de aleatorización pueden introducir sesgo. Estudios posteriores deben utilizar asignación aleatoria y, cuando sea posible, cegamiento del evaluador.

La muestra de diez animales por grupo limita la precisión de las estimaciones. Aunque el efecto espermático fue grande, la potencia para detectar diferencias pequeñas en peso es limitada; ausencia de significación no equivale a equivalencia estadística.

Conclusiones

La laceración de la cola del epidídimo produjo una reducción rápida y estadísticamente significativa de la concentración espermática en toretes Nelore. La concentración disminuyó desde aproximadamente 1.20 millones/mm³ al inicio hasta 0.01 millones/mm³ a los 20 días, mientras el grupo control mantuvo valores cercanos a 1 millón/mm³.

El peso vivo aumentó de manera semejante en ambos grupos y no se detectaron diferencias significativas durante el seguimiento. En consecuencia, la técnica mostró eficacia espermática de corto plazo sin una penalización ponderal detectable.

Los resultados no permiten afirmar esterilidad permanente ni superioridad frente a otras técnicas. Se requieren estudios con mayor tamaño muestral, seguimiento prolongado y evaluación de fertilidad, bienestar, endocrinología e histopatología.

Líneas futuras de investigación

Futuros ensayos deberían ampliar el seguimiento a varios meses y comprobar la ausencia de espermatozoides mediante evaluaciones seriadas, motilidad, morfología y pruebas funcionales de fertilidad. La ultrasonografía y la histología permitirían caracterizar la lesión y descartar recanalización.

El bienestar animal debe ocupar un lugar central. Los protocolos deberían incluir anestesia y analgesia multimodal, escalas conductuales, cortisol, inflamación y registro estandarizado de complicaciones. Solo una evaluación integral permitiría establecer si la técnica ofrece ventajas reales frente a alternativas disponibles.

Implicaciones, transparencia y requisitos editoriales

La transferencia de estos resultados a la práctica veterinaria exige prudencia. La reducción de concentración espermática observada es un desenlace intermedio y no sustituye una demostración directa de infertilidad. Antes de recomendar la técnica en programas de manejo reproductivo sería necesario comprobar ausencia de fecundación durante un periodo prolongado, evaluar la posibilidad de recanalización y documentar complicaciones locales.

Desde el punto de vista editorial, la publicación debe conservar una distinción clara entre los resultados originales y la literatura añadida para actualizar la discusión. Los datos de concentración espermática, peso, edad y pruebas estadísticas proceden de la tesis; las referencias recientes se incorporan para contextualizar el bienestar animal, la fisiología epididimaria y las alternativas contemporáneas a la castración.

Finalmente, una versión sometida a revista debe completar afiliación, ORCID, correo del autor, declaración de conflictos de interés, financiación, contribuciones de autoría y aprobación ética. Estos elementos no deben inventarse: deben ser proporcionados o verificados por el autor antes del envío.

Referencias

- American Veterinary Medical Association. (2014). Welfare implications of castration of cattle. AVMA.
- Bretschneider, G. (2005). Effects of age and method of castration on performance and stress response of beef male cattle: A review. *Livestock Production Science*, 97(2–3), 89–100.
- Cala, Á., & Díaz, X. (2008). Comparación entre el método tradicional de castración de campo y castración quirúrgica convencional, evaluando rendimiento en kilos y bienestar animal. Universidad de La Salle.
- Canozzi, M. E. A., Mederos, A., Manteca, X., Turner, S., McManus, C., Zago, D., & Barcellos, J. O. J. (2017). Castration and pain management in beef cattle: A systematic review. *Animal*, 11(9), 1542–1552.

- Coetzee, J. F. (2011). A review of pain assessment techniques and pharmacological approaches to pain relief after bovine castration. *Veterinary Journal*, 189(3), 278–284.
- De la Sota, M. (2004). *Manual de procedimientos en bienestar animal*. Dirección Nacional de Sanidad Animal.
- De, S., & Datta, T. K. (2023). Beta-defensins as marker for male fertility: A comprehensive review. *Biology of Reproduction*, 108(1), 52–71. <https://doi.org/10.1093/biolre/ioac197>
- Fisher, A. D., Crowe, M. A., Alonso de la Varga, M. E., & Enright, W. J. (1996). Effect of castration method and the provision of local anesthesia on plasma cortisol, scrotal circumference, growth, and feed intake of bull calves. *Journal of Animal Science*, 74(10), 2336–2343.
- Hess, R. A., Park, C. J., Soto, S., Reinacher, L., Oh, J.-E., Bunnell, M., & Ko, C. J. (2024). Male animal sterilization: History, current practices, and potential methods for replacing castration. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1409386. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1409386>
- Marquette, G. A., Ronan, S., & Earley, B. (2023). Review: Castration – animal welfare considerations. *Journal of Applied Animal Research*, 51(1), 703–718. <https://doi.org/10.1080/09712119.2023.2273270>
- Marti, S., Meléndez, D. M., Pajor, E. A., Moya, D., Heuston, C. E. M., Gellatly, D., Janzen, E. D., & Schwartzkopf-Genswein, K. S. (2017). Effect of band and knife castration of beef calves on welfare indicators of pain at three relevant industry ages. *Applied Animal Behaviour Science*, 194, 51–60.
- Meléndez, D. M., Marti, S., Pajor, E. A., Moya, D., Gellatly, D., Janzen, E. D., & Schwartzkopf-Genswein, K. S. (2018). Effect of timing of subcutaneous meloxicam administration on indicators of pain after knife castration of weaned beef calves. *Journal of Animal Science*, 96(12), 5218–5229.

Nogues, E., Stojkov, J., Jonoska Stojkova, B., von Keyserlingk, M. A. G., & Weary, D. M. (2025). Efficacy of pain management for cattle castration: A systematic review and meta-analysis. *Animal Welfare*, 34, e43. <https://doi.org/10.1017/awf.2025.10016>

Stafford, K. J., & Mellor, D. J. (2005). The welfare significance of the castration of cattle: A review. *New Zealand Veterinary Journal*, 53(5), 271–278.

Thüer, S., Mellema, S., Doherr, M. G., Wechsler, B., Nuss, K., & Steiner, A. (2007). Effect of local anaesthesia on short- and long-term pain induced by two bloodless castration methods in calves. *Veterinary Journal*, 173(2), 333–342.

Cómo citar

Llana López, D. C., Cabrera Quispe, M. A., Mahoma Yupe, C. L., & Vargas Olgado, C. (2026). Efecto de la laceración de la cola del epidídimo sobre la concentración espermática y la ganancia de peso en toretes Nelore. TecnoHumanismo, 6(3), 144–167. <https://doi.org/10.53673/th.v6i3.619>

Financiamiento de la investigación

Con recursos propios.

Declaración de intereses

Declaro no tener ningún conflicto de intereses, que puedan haber influido en los resultados obtenidos o las interpretaciones propuestas.

Declaración de consentimiento informado

El estudio se realizó respetando el Código de ética y buenas prácticas editoriales de publicación.

Derechos de uso

Copyright© 2026 por **Denis Casiano Llana Lopez, Marco Antonio Cabrera Quispe, Clifton Layo Mahoma Yupe, Clinton Vargas Olgado**



Este texto está protegido por la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Usted es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente, siempre que cumpla la condición de atribución: usted debe reconocer el crédito de una obra de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace.