

El descornado en bovinos: neurobiología del dolor y repercusiones conductuales

Daniel Mota Rojas^{1*}, Fabio Napolitano², Adolfo Álvarez Macías¹, Karina Lezama García¹, Adriana Domínguez Oliva¹, Brenda Reyes Sotelo¹ y Agustín Orihuela³

Resumen. En unidades de producción bovina el descornado y el desbotone son procedimientos rutinarios cuya finalidad es reducir y/o evitar lesiones tanto al personal como a congéneres. Se trata de una práctica aceptada en diversas regulaciones internacionales, en las cuales se establecen las técnicas permitidas como pasta cáustica, cauterización o intervención quirúrgica. Además, se incluyen otras especificaciones como edad de los animales y, en algunos países, se especifica la administración de analgésicos, considerando que los cuernos son estructuras altamente vascularizadas e inervadas cuya amputación genera dolor. El objetivo de la presente revisión es discutir las técnicas de descornado y desbotone en bovinos y sus posibles complicaciones, teniendo como eje la neurobiología del dolor y aspectos etológicos relevantes en torno a esta práctica. Se han evaluado las técnicas de descornado/desbotone y se han reportado alteraciones fisiológicas como aumentos en las concentraciones de cortisol y alteraciones conductuales asociadas al dolor. Para atender estas respuestas conductuales se procede a bloqueos con anestésicos locales, los cuales son recomendados para mitigar el dolor y otras complicaciones.

Palabras clave: Desbotone, Descornado, Pasta cáustica, Cauterización, Métodos quirúrgicos, Analgésicos locales.

Abstract. In cattle production units, dehorning and disbudding are routine procedures aimed at reducing and/or preventing injuries to both personnel and fellow animals. It is an accepted practice in several international regulations, which establish permitted techniques such as caustic paste, cauterization or surgical

¹ Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México. México.

² Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari ed Ambientali, Università degli Studi della Basilicata, Potenza, Italia.

³ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, México.

* Autor de correspondencia. e-mail: dmota@correo.xoc.uam.mx

intervention. In addition, other specifications are incorporated, such as the age of the animals and, in some countries, the administration of analgesics is specified, considering that horns are highly vascularized and innervated structures whose amputation generates pain. The objective of the present review is to discuss dehorning and disbudding techniques in cattle and their possible complications, having as axis the neurobiology of pain and ethological aspects relevant to this practice. The dehorning/disbudding techniques have been evaluated and physiological alterations such as increases in cortisol concentrations and behavioral alterations associated with pain have been reported. To address these behavioral responses, local anesthetic blocks are recommended to mitigate pain and other complications.

Keywords: *Disbudding, Dehorning caustic paste, Hot iron, Surgical method, Local analgesics.*

INTRODUCCIÓN

La gestión de la mayoría de las unidades productivas de producción bovina se orienta a optimizar su rendimiento considerando el máximo nivel de bienestar animal desde el nacimiento hasta la muerte, favoreciendo la interacción humano-animal positiva y tratando de disminuir los riesgos inherentes a la actividad (Orihuela *et al.* 2018; Mota-Rojas *et al.* 2020; Grandin *et al.* 2023). Con ese fin se han adoptado diversas rutinas zootécnicas y se viene experimentado con otras, lo que siempre genera puntos de vista contrastados. En ese sentido, el descornado es una práctica común en las unidades de producción bovina, sin embargo, no existe consenso en torno a aplicación y, por otro lado, es una de las menos estudiadas a través de la investigación científica (Mota-Rojas *et al.* 2016).

El descornado es una técnica recurrente en muchos países, que consiste en la resección de los cuernos en bovinos mayores de dos meses de edad (Cozzi *et al.* 2015), tanto en hembras como en machos (Porter, 2007). Esta práctica se realiza con el objetivo de reducir riesgos y lesiones tanto para el personal durante el manejo como de sus congéneres (Aubry, 2005). Sin embargo, esta técnica genera dolor en los animales y, aunque existen métodos para atenuarlo, se prosiguen las investigaciones para afinar esta técnica y disminuir las afectaciones desencadenadas.

Con esos antecedentes, el objetivo de este artículo consistió en una revisión de las técnicas de descornado en bovinos y sus posibles implicaciones considerando la neurobiología del dolor, así como sus repercusiones en aspectos conductuales. Para ello, se llevó a cabo una amplia búsqueda bibliográfica especializada y su análisis para, primero, caracterizar en que consiste la práctica del descornado y, en un segundo plano, examinar cuáles son las técnicas predominantes, las complicaciones inherentes y los tratamientos del dolor que se han movilizad.

Bases del descornado en las unidades de producción bovina

Aunque se ha avanzado en el mejoramiento genético para obtener ganado sin cuernos, especialmente en el europeo, el descornado es una práctica que se lleva a cabo en gran parte de los bovinos de forma rutinaria. Cozzi *et al.* (2015), estiman que en Europa en alrededor del 80% del bovino lechero se realiza este manejo y en el 60% del destinado a la producción de carne. Prevenir el crecimiento de los cuernos mediante su mutilación o la disrupción del tejido germinal del botón córneo es una práctica dolorosa que conlleva alteraciones fisiológicas y de comportamiento en este tipo de animales (Weyl-Feinstein *et al.* 2021).

En rumiantes silvestres, se ha evidenciado que los cuernos, además de servirles para su defensa ante otros animales, también funcionan como signos de atracción para las hembras en la temporada reproductiva (Bro-Jørgensen, 2007). Los cuernos son proyecciones óseas y huecas del hueso frontal, recubiertas por una capa de queratina externa (Picard *et al.* 1996; Algra *et al.* 2023) Debido a que son estructuras en constante crecimiento, se encuentran densamente inervadas y provistas de vasos sanguíneos. La inervación es proporcionada por la rama cornual del nervio trigémino (Algra *et al.* 2023) mientras que la irrigación proviene de la arteria cornual (Picard *et al.* 1996). Por estas características el descornado y el desbotone provocan dolor, dada la activación de dichas fibras nerviosas.

Independientemente del método de desbotone o descornado, los procedimientos involucran eventos que pueden generar una respuesta inflamatoria en los animales y, en consecuencia, dolor (Stock *et al.* 2013; Weyl-Feinstein *et al.* 2021). La percepción del dolor culmina en una serie de cambios fisiológicos, entre los que se encuentra la activación simpática con la consecuente liberación de mediadores asociados al dolor y proinflamatorios (por ejemplo glucocorticoides, catecolaminas, citocinas) (Stafford y Mellor, 2011; Stock *et al.* 2013). La presencia de estas sustancias influye en las alteraciones conductuales como el aumento de las sacudidas de cabeza (Stilwell *et al.* 2009).

La presentación, frecuencia o intensidad de estos cambios forma parte del repertorio conductual que los productores y médicos veterinarios deben de evaluar para reconocer el dolor (Mota-Rojas *et al.* 2016; Mota-Rojas *et al.* 2024a,b,c,d). La evaluación de prácticas cotidianas en animales de granja, a través de cambios fisiológicos y de comportamiento, no sólo permite identificar si causan dolor, sino también proponer prácticas alternativas y establecerlas como un requerimiento normativo para llevarlas a cabo (por ejemplo, analgésicos locales) (Fierheller *et al.* 2012; Orihuela *et al.* 2018; Mota-Rojas *et al.* 2024c,d). Proveer a los animales un manejo libre de estrés y dolor promueve su bienestar y, desde una perspectiva de producción, podría incrementar su rendimiento (Orihuela *et al.* 2018; Mota-Rojas *et al.* 2020; Mota-Rojas *et al.* 2022; Reedman *et al.* 2021; Drwencke *et al.* 2023).

Existe una excepción sobre esta práctica fuera del ámbito científico, ya que parte de los productores de bovinos no descornan a los animales debido a que son destinados a labores de trabajo como tiro de carretas o en labores agrícolas, de modo que los cuernos sirven para sujetar los arneses (Orihuela

y Ungerfeld, 2019). Aunado a esto, la presencia de cuernos puede ayudar a la defensa contra depredadores en los animales criados en sistemas extensivos (Waiblinger *et al.* 2001). Incluso en la normativa de los sistemas de producción orgánica se indica que los cuernos deben ser conservados (Orihuela y Ungerfeld, 2019).

Entonces ¿Por qué el descornado se lleva a cabo en la mayoría del ganado bovino? Parte de las respuestas apuntan a lo reportado en distintos estudios basados en encuestas, apareciendo como razón predominante la de mantener la seguridad del personal y evitar agresiones entre los animales, aunque diversos autores han advertido sobre el dolor agudo que suscita esta práctica (Hötzel y Sneddon, 2013; Cozzi *et al.* 2015; Kling-Eveillard *et al.* 2015; Mota-Rojas *et al.* 2016; Staněk *et al.* 2018).

La Asociación Americana de Médicos Veterinarios (2014) sostiene que en bovinos la presencia de cuernos puede inducir lesiones debido a interacciones antagonistas en la competencia por el alimento, provocando que los animales más temperamentales dominen con cierta violencia en estos casos (Cardoso *et al.* 2016). Estos argumentos refuerzan la idea que el descorne funciona como una medida de prevención y de seguridad no solo para el productor, sino además para los mismos animales.

Sin embargo, Kling- Eveillard *et al.* (2015), realizaron un estudio donde aplicaron entrevistas a 94 productores de Italia, Alemania y Francia en diferentes regiones ganaderas, a través de las cuales recopilamos argumentos a favor de conservar los cuernos en los animales, que estaban relacionados con consideraciones éticas, estéticas y turísticas. Sin embargo, bajo una visión productiva la presencia de cuernos en los animales puede incidir en demeritar la calidad de la carne. Por ejemplo, Strappini *et al.* (2009) señalan que con la presencia de cuernos se incrementa el número de hematomas y, por ende, las pérdidas en canales por estas lesiones derivadas. Al respecto diversos autores señalan que por hematomas el desperdicio de la canal se duplica cuando en corrales de engorda existen animales con cuernos (Meischke *et al.* 1974; Shaw *et al.* 1976; Wythes *et al.* 1979; Broom, 2019). Esto coincide en un reporte de caso elaborado por Youngers *et al.* (2017), quienes evaluaron la relación entre animales con cuernos y la prevalencia de hematomas en 4,287 cadáveres de carne comercial de ganado de engorda. Estimaron que en los animales hubo una prevalencia de 61.8% de hematomas.

Otro factor relacionado acerca de las lesiones presentes en grandes rumiantes es el transporte y el manejo durante esta fase. De acuerdo con José Pérez *et al.* (2022), el traslado de los animales puede conllevar a experimentar estrés térmico debido al cambio del ambiente, el cual se puede acentuar por factores tales como el número de animales, la habilidad del conductor e incluso la condición del camino pueden influir en que se registren lesiones, que suelen aumentar cuando los animales mantienen los cuernos.

La importancia de la prevención de los hematomas en los animales debe examinarse desde una perspectiva amplia ya que, aunque los hematomas generan una degradación más rápida de la carne, la presencia de sangre genera un microambiente propicio para la proliferación de bacterias y, por ende, dicha carne no es apta para el consumo humano (Meischke *et al.* 1974; Shaw *et al.* 1976; Mota-Rojas

et al. 2016; Orihuela y Ungerfeld, 2019). Sin embargo, desde el punto de vista del bienestar del animal, un hematoma es una fuente indiscutible de dolor agudo, por lo que éticamente resulta imprescindible que se prevengan estas eventuales lesiones de los animales (Gregory, 2004; Gregory y Grandin 2007).

El argumento de que el descorne puede mejorar el manejo de los animales debido a que son menos agresivos puede ser relativo (Loretz *et al.* 2004). A menudo los animales sin cuernos son menos agresivos, sin embargo, puede resultar que simplemente tienen un temperamento más tranquilo (Goonewardene y Hand, 1991). Otros autores sostienen que entre la presencia y la ausencia de cuernos no existen diferencias en el temperamento de los animales (Tulloh, 1961; Goonewardene *et al.* 1999). De hecho, con base en un estudio realizado por Reiche *et al.* (2020), en el cual evaluaron el efecto a largo plazo del descornado en 152 novillos sobre las conductas agonísticas y la actividad general, se encontró que los animales sin cuernos presentaron más reacciones relacionadas al miedo en comparación con los animales con cuernos, aunque estos últimos presentaron más interacciones agonísticas. Con ello, los autores coincidieron en que el temperamento podría estar ligado a factores como el ambiente, la genética y las experiencias previas del animal y no a un factor netamente fenotípico.

Métodos de descorne y desbotone

Existen diferentes modalidades para recortar los cuernos o prevenir su crecimiento, las cuales dependen en parte, de la edad de los animales. Cuando se realiza en animales menores a tres semanas de edad, en los cuales los cuernos exhiben una longitud de entre 5 y 10 mm, se le denomina desbotonado o desmoche (Heinrich *et al.* 2010) y cuando se realiza en animales maduros se le designa como descornado (Stafford y Mellor 2005). Se trata de procedimientos empleados en producciones de ganado de carne y también de leche y suele realizarse cuando los animales cumplen los dos meses (Espinoza *et al.* 2013; Mota-Rojas *et al.* 2016).

Desbotone con pasta cáustica

El desbotone (también llamado desmechado) con pasta cáustica se considera un método químico para remover el botón corneo en terneros (Reedman *et al.* 2020). Consiste en aplicar una sustancia sumamente alcalina (hidróxido de calcio y sodio) con un pH de 14 para generar una quemadura química, destruyendo el tejido germinal del botón corneo (Winder *et al.* 2017; Drwencke *et al.* 2023). Esta práctica es recomendada para becerros de menos de una semana de edad; sin embargo, en países como Estados Unidos y Canadá, la pasta cáustica se aplica en animales de dos a cuatro semanas de edad (Winder *et al.* 2017).

Aunque la pasta elimina efectivamente las células germinales del cuerno, a medida que se seca provoca heridas en el tejido circundante, las cuales tardan en sanar un promedio de 16 a 19 semanas (Drwencke *et al.* 2023). Las lesiones tisulares se acompañan de dolor agudo dentro de las tres horas posteriores al desbotone (Reedman *et al.* 2020). A pesar del potencial dolor que induce, se ha informado que únicamente el 6% de los productores emplea un protocolo analgésico al optar por la pasta cáustica, en contraste con el 30% de productores que decide por algún tipo de analgesia al realizar el desbotone por cauterización (Stafford y Mellor, 2011; Adams *et al.* 2015).

Otros reportes indican que, a diferencia de la cauterización, el uso de pasta cáustica suele generar lesiones más amplias y severas. Por ejemplo, al tomar biopsias del tejido en becerros desbotonados con cauterización y aquellos a quienes se les aplicó pasta cáustica a los seis días de edad, se encontró que aquellos que recibieron el segundo método mostraron necrosis licuefactiva en la epidermis y la dermis, la cual se extendió más allá de la zona cornual, es decir, en todas las regiones donde la piel estuvo expuesta a la pasta (Lindén *et al.* 2023). Esto también se asocia al retraso en la curación de la herida en becerros que han recibido la pasta, en quienes se observa una recuperación de aproximadamente 19 semanas, en contraste con aquellos animales que no fueron descornados (Drwencke *et al.* 2023).

Diversos estudios han evaluado el efecto del desbotone con pasta cáustica en terneros mediante las concentraciones de cortisol o los cambios de comportamiento asociados al dolor (Stilwell *et al.* 2009; Drwencke *et al.* 2023). En este sentido, Stilwell *et al.* (2009) comparó el efecto del desbotone con pasta cáustica en el comportamiento y concentraciones de cortisol en terneros Holstein de 22 a 28 días de edad. En comparación con el grupo control (no descornados), los animales a los cuales se les aplicó la pasta cáustica registraron mayores concentraciones de cortisol plasmático durante la primera hora post procedimiento (14.54 ± 9.25 nmol/L vs. 62.64 ± 10.32 nmol/L). Además, se observó un aumento en la incidencia de comportamientos poco comunes como sacudidas de cabeza, movimientos de oreja, frotamiento de cabeza y transiciones entre ponerse de pie y acostarse, desde los 15 minutos después del procedimiento, en terneros desbotonados (6.38 ± 1.77 vs. 0.6 ± 0.74 en grupo control). Resultados similares fueron reportados por el mismo grupo de investigación en terneras Holstein-Friesian de 10 a 40 días de edad, en donde el uso de analgesia preventiva no fue suficiente para prevenir los incrementos en las concentraciones de cortisol sanguíneo (Stilwell *et al.* 2008).

Estos resultados indican que la pasta cáustica genera dolor y, con ello, distrés en los becerros. Dicha información se contrapone con la opinión generalizada de que el uso de pasta cáustica es menos doloroso que la cauterización u otros métodos de desbotone (Winder *et al.* 2017). De acuerdo con los cambios en parámetros fisiológicos y de comportamiento, se puede inferir el dolor agudo que perciben los animales. Esta relación entre los incrementos de cortisol y las alteraciones de comportamiento de acuerdo con el método de desbotone ha sido reportada por Stilwell *et al.* (2007) en terneras Holstein-Friesian de 25 días de edad. En el mismo sentido, al comparar los métodos de *scoop dehorning* (este procedimiento implica el uso de una herramienta especial llamada “scoop dehorner” o “scooper”, que tiene una forma

similar a una cuchara con bordes afilados), cauterización y pasta cáustica, se encontró que las mayores concentraciones de cortisol plasmático a la hora de efectuado el procedimiento fueron en el grupo de *scoop* (90.13 nmol/L) y del de pasta (62.64 nmol/L). Además, los animales a los que se les aplicó pasta tuvieron una mayor incidencia de comportamientos asociados al dolor como sacudidas de cabeza, movimientos de oreja y frotamientos de cabeza contra superficies a los 15 minutos después de realizado el procedimiento (6.38%) (Stilwell *et al.* 2007).

Por otro lado, aunque Reedman *et al.* (2020) no registraron incrementos significativos en las concentraciones de haptoglobina, mientras que el nivel de cortisol incrementó a más de 250 pg/ml en los primeros 30 minutos. Los aumentos de haptoglobina de hasta 0.1 mg/ml en animales desbotonados con pasta cáustica se asocian con una probabilidad de 1.20 a 1.34 veces de presentar diarrea u otra enfermedad sistémica tres días posteriores al procedimiento (Reedman *et al.* 2021). Esto puede derivar en efectos negativos tanto en la salud animal como en los niveles productivos de las granjas lecheras.

El uso de la pasta también conlleva consecuencias a largo plazo como hipersensibilidad del tejido circundante al cuerno, como se ha documentado en terneras Holstein y Jersey de tres días de edad (Drwencke *et al.* 2023). En estos animales se registró una mayor sensibilidad mecánica en los botones de los cuernos de animales a los que se les colocó pasta cáustica (aproximadamente 1.3 N vs. 1.5 N en el grupo control). Una mayor sensibilidad (evaluada a través de algometría) también fue registrada en terneras Holstein-Friesian a los 60 minutos de aplicada la pasta cáustica, con puntajes de 4.4 kgf por encima de los grupos control y aquellos que recibieron anestésicos locales (Winder *et al.* 2017). Adicionalmente, en este mismo estudio se observó un incremento en la frecuencia cardíaca (162–164 latidos por minuto), frecuencia respiratoria (38–46 respiraciones por minuto) y mayor incidencia de sacudidas de cabeza y de cola (más de 10 veces/2 min), que han sido indicadores asociados al dolor. De igual forma, otros autores han reportado alteraciones en la respuesta afectiva o conductas afiliativas de los animales al desbotone con pasta cáustica.

En cuanto a su regulación, el Código de Práctica en Animales de Granja del Reino Unido menciona que el uso de la pasta está permitido en becerros menores de una semana de edad, siempre y cuando se administre anestesia local (Stafford y Mellor, 2005). En otros países como Nueva Zelanda y Canadá, los comités de bienestar animal aprueban la práctica sólo en animales de entre siete y diez días de edad (Winder *et al.* 2017).

Las implicaciones de la cauterización

Este procedimiento suele realizarse en animales de entre cuatro y ocho semanas de vida (Doherty *et al.* 2007). A través de su aplicación se destruyen las capas de la dermis y epidermis llegando hasta el tejido subcutáneo, provocando con ello edema y daño que se extiende más allá del sitio cauterizado (Junger

et al. 2002). Como otras técnicas utilizadas con este fin, puede ocasionar dolor agudo el cual se evidencia por cambios conductuales de los animales (Vickers *et al.* 2005).

Para llevar a cabo la cauterización de los cuernos se requiere de un hierro candente o de descornadores eléctricos o de gas que se calientan hasta llegar a una temperatura aproximada de 600 °C (Graf y Senn, 1999). Al manejarse estas elevadas temperaturas de manera inadecuada se puede correr el riesgo de lesionar más allá del cuerno y alcanzar estructuras cerebrales importantes, provocando daños irreversibles (Orihuela y Ungerfeld, 2019).

Amputación total del cuerno

Se trata de uno de los procedimientos más dolorosos que se emplean para descornar a los animales, aunado a que, al llevarse a cabo en edades más avanzadas, la irrigación y la disposición de los nervios que conforman el cuerno han alcanzado un mayor desarrollo, y, por ende, una mayor sensibilidad (Sylvester *et al.* 1998). Por ello, para su realización se sugiere la aplicación de anestesia local (Mintline *et al.* 2013) y, en casos extremos, anestesia general (Mota-Rojas *et al.* 2016; Orihuela y Ungerfeld, 2019).

Esta técnica se realiza por medio de tijeras, guillotinas o tenazas, aunque también suelen emplearse sierras manuales o eléctricas, fetótomo de hilo metálico cortante o sierra de Liess, ligas elásticas en la base del cuerno, las cuales ocasionan desprendimiento a la larga del cuerno por necrosis (Neely *et al.* 2014).

Finalmente, dentro de las alternativas propuestas para evitar el descornado ha surgido la opción de animales genéticamente modificados para que no desarrollen los cuernos y, de esta manera, evitar la instrumentación de esta práctica dolorosa en el ganado, además de ahorrar tiempo y recursos en su ejecución (Mota-Rojas *et al.* 2016).

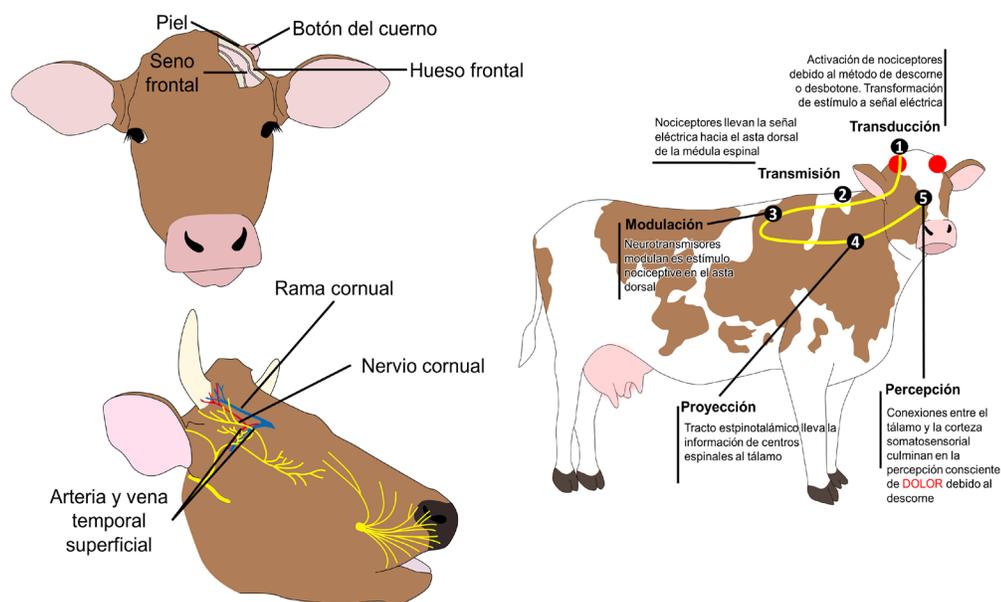
Complicaciones y manejo del dolor del descornado del ganado bovino

Cuando el desbotone o descornado no es llevado a cabo por personal capacitado o por un veterinario, pueden llegar a surgir complicaciones dentro de las cuales las más comunes son: cierre tardío de la herida ocasionado por un corte del cuerno muy cercano al cráneo y que la cicatrización se vea retrasada ante la ampliación de la lesión (Bailey, 1984); la contaminación de la herida por insectos o microorganismos (Neely, 2013); la presentación de sinusitis ocasionada por la presencia de polvo o diversos agentes infecciosos (Mobini, 1991) y, en casos severos, meningitis (White, 2004).

El cuerno se encuentra constituido por una capa densa de queratina, está irrigado a partir de una ramificación de la arteria auricular y temporal e inervado por una ramificación del nervio zigomático

(Figura 1) (ICVGAN, 2017). Al ser una estructura con estas características anatómicas, el hecho de realizar prácticas como el descornado puede generar dolor agudo en el animal (Graf y Senn, 1999). La evaluación y el reconocimiento de dicho dolor se puede observar a través de cambios conductuales tales como dejarse caer, empujar fuertemente, dar golpes de cabeza, acicalarse excesivamente, frotarse contra superficies, ponerse en pie o tumbarse, dar patadas con miembros posteriores, realizar movimientos bruscos de cola, de cabeza, de orejas y la disminución del tiempo de rumia, cambios que se manifiestan durante el descornado o en lapsos posteriores (Sylvester et al. 2004; Mota-Rojas *et al.* 2016).

Figura 1. Inervación y circulación de la región cornual en el bovino, y su relación con la percepción de dolor.



El cuerno en el ganado bovino está provisto de circulación a través de la arteria auricular que es permite la circulación en la región cornual y en el propio cuerno. Aunado a ello, esta arteria está acompañada de la innervación del nervio cornual, la cual es una ramificación del nervio trigémino que provee sensibilidad a esta región.

En un estudio comparativo entre tres técnicas de descornado realizado por Neely *et al.* (2014), en 40 novillos mestizos con cuernos, encontraron que la puntuación de vocalización fue un punto más alto durante el descorne mecánico en comparación el uso de un caucho elástico, pero de forma destacada observaron que con el uso del caucho la puntuación de postura y marcha en los animales fue 0.08 más alto en comparación con los otros tratamientos. Estos resultados coinciden con lo reportado por Sylvester *et al.* (2004), quienes evaluaron el efecto del descornado y el uso de un analgésico local para el control de los cambios de comportamiento asociado al dolor en 60 terneros Frisones. Dichos autores registraron que el porcentaje del tiempo de rumia en los animales descornados sin analgésicos disminuyó entre 25 y 50% en comparación con los animales control y con los que recibieron analgésicos locales. Así mismo, comportamientos como la sacudida de la cabeza, movimientos violentos de la cola y orejas se incrementaron prácticamente al doble del tiempo entre los animales a los que no se les administraron analgésicos.

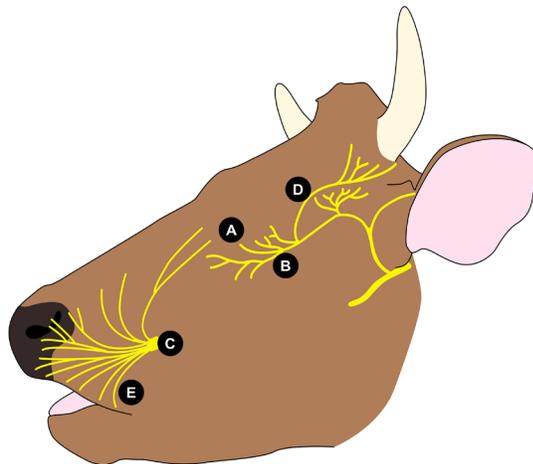
Desde una perspectiva neurobiológica el corte del cuerno, independientemente del método elegido, ocasiona la estimulación de los nociceptores, los cuales permiten la transducción de los estímulos nocivos en impulsos nerviosos que posteriormente se transmiten al cuerno dorsal de la médula espinal y son proyectados a regiones superiores del Sistema Nervioso Central como la corteza cerebral, donde se confiere intensidad y dirección al dolor (Lamont *et al.* 2000; Bell, 2018). Cabe resaltar que otras regiones, por ejemplo, el hipotálamo, también participan permitiendo la formación de respuestas fisiológicas, como la modificación de algunos parámetros fisiológicos y endocrinos, tales como el incremento del cortisol (Hernández-Avalos *et al.* 2021). Dentro de dichas respuestas fisiológicas también destaca el aumento de cortisol e incluso la neurosecreción de catecolaminas, que serán los principales responsables de la modificación de la frecuencia cardíaca y respiratoria, es decir, se ocasiona taquicardia y taquipnea (Hernández-Avalos *et al.* 2021; Mota-Rojas *et al.* 2021; Mota-Rojas *et al.* 2024a,b,d).

En un meta análisis sobre el efecto del descornado en el ganado bovino, realizado por Canozzi *et al.* (2019), se observó que la ganancia diaria de peso disminuyó, además del incremento en un 91.9% de los casos de la vocalización, así como el aumento en 0.08 ng/dL de los niveles de cortisol 30 minutos posterior al descornado. Por su parte, Schwartzkopf-Genswein *et al.* (2005) reportaron que el descornado en 17 toretes y 12 novillas lecheras Holstein propició el incremento de 1.17 ng/dL del cortisol 30 min. posterior al llevar esta práctica, al cual se sumó el aumento hasta en un 60% de patadas y vocalizaciones por el descornado en comparación con los animales con manejo simulado. En los animales que se experimentó el descornado la frecuencia cardíaca se elevó entre 20 y 40 latidos por minuto en comparación con los animales del grupo control. Con ello, además de sugerir que el descornado es un manejo doloroso, también se genera una respuesta fisiológica con la finalidad de controlar el nivel de estrés.

El control o manejo del dolor en esta práctica hasta el momento se ha enfocado al uso de fármacos que pueden ayudar a bloquear o disminuir el mismo proceso neurobiológico del dolor (Stafford y

Mellor 2005; Lamont, 2008). De acuerdo con Winder *et al.* (2016), quienes realizaron un estudio basado en encuestas sobre la práctica del descornado en el ganado lechero en Ontario, el 97% de los veterinarios usan analgésicos locales para controlar el dolor, lo que refleja una mayor conciencia sobre el dolor que desencadena el descornado. Este método consiste en la infiltración en el espacio perineural, adyacente al nervio corneal, que pertenece a la porción zigomático-temporal de la rama oftálmica del nervio trigémino, como se muestra en la Figura 2 (Stock *et al.* 2013). Es necesario mencionar que posiblemente la preferencia del uso de los analgésicos locales como la lidocaína se basa en el mecanismo de acción de los mismos, ya que ocasionan el bloqueo reversible de los canales sodio y, con ello, evitan la transducción de las señales nocivas y del proceso nociceptivo (Lamont, 2008).

Figura 2. Sitios de infiltración de los analgésicos locales para el bloqueo de la región cornual.



A. Bloqueo de párpados, B. Bloqueo del nervio aurículo palpebral, C. Bloqueo infraorbital, D. Bloqueo del nervio corneal, E. Bloqueo del nervio mandibular.

Lepková *et al.* (2007), evaluaron el efecto del uso de la lidocaína en conjunto con la sedación de los animales con xilacina vía intramuscular en 18 terneros Red Pied bajo el procedimiento de descorne. Dichos autores encontraron que la infiltración de lidocaína permitió la disminución de la frecuencia de conductas asociadas al dolor durante tiempo posterior al manejo, pero, de forma sorprendente no incrementó las concentraciones de cortisol. Distintos autores han coincidido en que el uso de los analgésicos locales no controla la respuesta endocrina posterior al descorne (Boandl *et al.* 1989; Sylvester *et al.* 1998,

2004; Grondahl-Nielsen *et al.* 1999). La posible explicación de esto puede estar relacionado con la farmacocinética de los mismos analgésicos locales y que el tiempo de latencia de los analgésicos locales ronde entre los 5 y 10 minutos (Lemke y Dawson 2000).

Otra posible explicación reside en el tiempo de duración de la analgesia posterior a la administración del fármaco. Al respecto, Fierheller *et al.* (2012) evaluaron la eficacia de tres métodos de analgesia local: bloqueo del nervio cornual, bloqueo en anillo y bloqueo del nervio cornual mediante la técnica de administración percutánea por chorro (*percutaneous jet delivery technique*). Observaron que la eficacia mediante del nervio cornual fue de 87.5% y en anillo fue del 100% en comparación con el 37% del chorro percutáneo; además, el tiempo de duración fue en promedio para el bloqueo cornual y en anillo de 147 minutos en comparación con los 132 minutos del chorro percutáneo. Esto sugiere que no solo basta con administración de un analgésico para controlar el dolor, sino que también debe considerarse y cuestionarse si el método sea el indicado para tal fin.

Una alternativa sugerida se enfoca al uso en conjunto de anestesia local con analgésicos no esteroideos (AINEs) para controlar el dolor y el proceso inflamatorio derivado del descornado o desbotone. Una experiencia de ello se documentó en el estudio realizado por Stilwell *et al.* (2009), quienes evaluaron el efecto del uso de lidocaína sola o en conjunto con flunixin de meglumina en becerros Holstein desbotonados con pasta cáustica. Las concentraciones de cortisol se redujeron con la administración de lidocaína sola (32.88 ± 26.59 nmol/L) y con el uso en conjunto de lidocaína y flunixin de meglumina (13.98 ± 11.49 nmol/L). Asimismo, en este estudio se registró que los incrementos de cortisol se mantienen hasta 180 minutos después del procedimiento cuando no se administra una terapia analgésica, aumentando la probabilidad de presentar comportamientos asociados al dolor como sacudidas de cabeza. De igual manera, la administración de lidocaína junto al meloxicam en terneros Holstein desbotonados con pasta cáustica disminuyó las concentraciones de cortisol hasta 200 pg/ml durante los primeros 30 minutos de concluido el procedimiento (Reedman *et al.* 2020).

El mecanismo de acción de los AINEs consiste en la inhibición de la formación de las ciclooxigenasas que son enzimas relacionada en la inducción de productos proinflamatorios como las prostaglandinas. Cabe subrayar que estas sustancias participan de forma activa en la modificación del potencial de acción de las fibras sensitivas (Smith *et al.* 2000). De hecho, en un estudio realizado por Duffield *et al.* (2010), evaluaron la eficacia del ketoprofeno en conjunto con lidocaína en el nervio cornual para mitigar el dolor en 40 terneras Holstein que fueron descornados con cauterización eléctrica. Observaron que la administración de ketoprofeno disminuyó en un 20% la frecuencia de movimiento de orejas y sacudidas de cabeza, además se registró un incremento de 0.5 Kg en el consumo de alimento. A pesar de que la evidencia muestra que el uso de estos fármacos disminuye el nivel de dolor, autores como Van der Saag *et al.* (2018) reportan que el efecto de estos fármacos no es del todo conclusivo sobre la reducción de la inflamación y la temperatura local posterior.

CONCLUSIONES

El descornado es una práctica rutinaria que se ha adoptado ampliamente en la producción bovina, con lo que se facilita el manejo animal, sin embargo, los registros sobre las consecuencias también han sido progresivas, principalmente en torno al dolor provocado. En esa medida se han experimentado variados mecanismos para mitigar ese efecto, sin que hasta la fecha se dispongan de evidencias sobre su plena efectividad.

Lo que se puede afirmar es que el desbotone y el descorne requiere de métodos más amigables con los animales no solamente por una actitud ética sobre su bienestar, sino también como un medio para lograr mayor productividad y estabilidad en las unidades productivas. A pesar de que existen métodos de selección para evitar que los animales nazcan sin cuernos, es necesario seguir investigando sobre los métodos menos agresivos y, en su caso, sobre los mecanismos para aliviar los malestares del ganado que se tienen documentados. En tanto, es muy importante considerar el uso de analgésicos para que el bienestar de los animales se priorice en la medida de lo posible.

Como se ha expuesto, existe normas oficiales para regular estas prácticas y sus consecuencias, pero estas se concentran en los países más desarrollados. Por lo tanto, es importante que estas normas se generalicen y se adopten en todos los países, aprovechando los hallazgos disponibles y que se vayan afinando con las evidencias científicas ulteriores. Para ello, sin duda, las iniciativas y compromiso de los médicos veterinarios y sus asociaciones resultan imprescindibles.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, A., Lombard, J., Shivley, C., Urie, N., Roman-Muniz, I., Fossler, C., Koprak, C., 2015, “Management practices that may impact dairy heifer welfare on US dairy operations”, *Journal of Dairy Science*, 98(2):105.
- Algra, M., de Keijzer, L., Arndt, S. S., van Eerdenburg, F. J. C. M., Goerlich, V. C., 2023, “Evaluation of the thermal response of the horns in dairy cattle”, *Animals*, 13(3):500. <https://doi.org/10.3390/ani13030500>
- American Veterinary Medical Association, 2014, “Literature Review on the Welfare Implications of the Dehorning and Disbudding of Cattle”, disponible en https://www.avma.org/sites/default/files/resources/dehorning_cattle_bgnd.pdf (revisado el 26 may, 2024)
- Aubry, P., 2005, “Routine surgical procedures in dairy cattle under field conditions: Abomasal surgery, dehorning, and tail docking”, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 21(1):55–72. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.11.002>
- Bailey, D. E., 1984, “Sheep and Goats”, en P. B. Jennings (ed.), *The Practice of Large Animal Surgery*, Saunders WB, Philadelphia, USA, 272–276.
- Bell, A., 2018, “The neurobiology of acute pain”, *The Veterinary Journal*, 237:55–62. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.05.004>
- Boandl, K. E., Wohlt, J. E., Carsia, R. V., 1989, “Effects of Handling, Administration of a Local Anesthetic, and Electrical Dehorning on Plasma Cortisol in Holstein Calves”, 72:2193–2197. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79345-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79345-0)
- Bro-Jørgensen, J., 2007, “The intensity of sexual selection predicts weapon size in male bovids”, *Evolution*, 61:1316–1326.
- Broom, D. M., 2019, “Welfare of transported animals: welfare assessment and factors affecting welfare”, en T. Grandin (ed.), *Livestock handling and transport*, CABI, UK, 12–29
- Canozzi, M. E. A., Mederos, A., Turner, S., Manteca, X., McManus, C., Menegassi, S. R. O., Barcellos, J. O. J., 2019, “Dehorning and welfare indicators in beef cattle: a meta-analysis”, *Animal Production Science*, 59:801. <https://doi.org/10.1071/AN17752>
- Cardoso, C. S., von Keyserlingk, M. A. G., Hötzel, M. J., 2016, “Trading off animal welfare and production goals: Brazilian dairy farmers’ perspectives on calf dehorning”, *Livestock Science*, 187:102–108. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.02.010>
- Cozzi, G., Gottardo, F., Brscic, M., Contiero, B., Irrgang, N., Knierim, U., Pentelescu, O., Windig, J. J., Mirabito, L., Kling Eveillard, F., Dockes, A. C., Veissier, I., Velarde, A., Fuentes, C., Dalmau, A., Winckler, C., 2015, “Dehorning of cattle in the EU Member States: A quantitative survey of the current practices”, *Livestock Science*, 179:4–11. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.05.011>

- Doherty, T. J., Kattesh, H. G., Adcock, R. J., Welborn, M. G., Saxton, A. M., Morrow, J. L., Dailey, J. W., 2007, "Effects of a concentrated lidocaine solution on the acute phase stress response to dehorning in dairy calves", *Journal of Dairy Science*, 90:4232-4239.
- Drwencke, A. M., Adcock, S. J. J., Tucker, C. B., 2023, "Wound healing and pain sensitivity following caustic paste disbudding in dairy calves", *Journal of Dairy Science*, 106(9):6375–6387. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23238>
- Duffield, T.F., Heinrich, A., Millman, S.T., De Haan, A., James, S., Lissemore, K., 2010, "Reduction in pain response by combined use of local lidocaine anesthesia and systemic ketoprofen in dairy calves dehorned by heat cauterization" *The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne*, 51:283–288.
- Espinoza, C., Lomax, S., Windsor, P., 2013, "The effect of a topical anesthetic on the sensitivity of calf dehorning wounds", *Journal of Dairy Science*, 96:2894–2902.
- Fierheller, E. E., Caulkett, N. A., Haley, D. B., Florence, D., Doepel, L., 2012, "Onset, duration and efficacy of four methods of local anesthesia of the horn bud in calves", *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 39:431–435. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2995.2012.00717.x>
- Goonewardene, L.A., Hand, R.K., 1991, "Studies on dehorning steers in Alberta feedlots", *Canadian Journal of Animal Science*, 71:1241–1247. <https://doi.org/10.4141/cjas91-147>
- Goonewardene, L. A., Prince, M. A., Okine, E., Berg, R. T., 1999, "Behavioral responses to handling and restraint in dehorned and polled cattle", *Applied Animal Behaviour Science*, 64:159–167
- Graf, B., Senn, M., 1999, "Behavioural and physiological responses of calves to dehorning by heat cauterization with or without local anaesthesia", *Applied Animal Behavioural Science*, 62:153-171.
- Grandin, T., Velarde, A., Strappini, A., Gerritzen, M., Ghezzi, M., Martínez-Burnes, J., Hernández Ávalos, I., Domínguez Oliva, A., Casas Alvarado, A., Mota-Rojas, D., 2023. Slaughtering of Water Buffalo (*Bubalus bubalis*) with and without Stunning: A Focus on the Neurobiology of Pain, Hyperalgesia, and Sensitization. *Animals*, 13, 2406. <https://doi.org/10.3390/ani13152406>
- Gregory, N., 2004, "Pain: pain associated with trauma", en J. Kirkwood, R. Hubbrecht, E. Roberts, E. (eds.), *Physiology and behaviour of animal suffering*, Blackwell Publishing, UK, 94–103.
- Gregory, N., Grandin, T., 2007, *Animal welfare and meat production*, 2nd edn. CAB International, Wallingford, U.K.
- Grøndahl Nielsen, C., Simonsen, H. B., Damkjer Lund, J., Hesselholt, M., 1999, "Behavioural, Endocrine and Cardiac Responses in Young Calves Undergoing Dehorning Without and With Use of Sedation and Analgesia", *The Veterinary Journal*, 158:14–20. <https://doi.org/10.1053/tvjl.1998.0284>
- Heinrich, A., Duffield, T., Lissemore, K., Millman, S.T., 2010, "The effect of meloxicam on behavior and pain sensitivity of dairy calves following cautery dehorning with a local anesthetic", *Journal of Dairy Science*, 93:2450 -2457.

- Hernández Avalos, I., Mota Rojas, D., Mendoza-Flores, J. E., Casas Alvarado, A., Florez Padilla, K., Miranda Cortes, A. E., Torres Bernal, F., Gómez Prado, J., Mora Medina, P., 2021, “Nociceptive pain and anxiety in equines: physiological and behavioral alterations”, *Veterinary World*, 14:2984–2995.
- Hötzel, M. J., Sneddon, J. N., 2013, “The role of extensionists in Santa Catarina, Brazil, in the adoption and rejection of providing pain relief to calves for dehorning”, *Journal of Dairy Science*, 96:1535–1548. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5780>
- International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2017, *Nómina anatómica veterinaria*, 6th edn. Editorial Committee Hanover, Germany.
- José Pérez, N., Mota Rojas, D., Ghezzi, M. D., Rosmini, M., Mora Medina, P., Bertoni, A., Rodríguez-Gonzalez, D., Domínguez Oliva, A., Guerrero Legarreta, I., 2022, “Effects of transport on water buffaloes (*Bubalus bubalis*): factors associated with the frequency of skin injuries and meat quality”, *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 10:2216. <https://doi.org/https://doi.org/10.31893/jabb.22016>
- Junger, H., Moore, A. C., Sorking, L. S., 2002, “Effects of full thickness burns on nociceptor sensitization in anesthetized rats”, *Burns*, 28:772–777.
- Kling Eveillard, F., Knierim, U., Irrgang, N., Gottardo, F., Ricci, R., Dockés, A. C., 2015, “Attitudes of farmers towards cattle dehorning”, *Livestock Science*, 179:12–21. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.05.012>
- Lamont, L. A., 2008, “Multimodal Pain Management in Veterinary Medicine: The Physiologic Basis of Pharmacologic Therapies”, *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 38:1173–1186. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2008.06.005>
- Lamont, L. A., Tranquilli, W.J., Grimm, K.A., 2000, “Physiology of Pain”, *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 30:703–728. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(08\)70003-2](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(08)70003-2)
- Lemke, K. A., Dawson, S. D., 2000, “Local and Regional Anesthesia”, *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 30:839–857. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(08\)70010-X](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(08)70010-X)
- Lepková, R., Sterc, J., Vecerek, V., Dubek, J., Kruzóková, K., Bedánová, I., 2007, “Stress responses in adult cattle due to surgical dehorning using three different types of anaesthesia”, *Berliner und Munchener tierarztliche Wochenschrift*, 120:465–469.
- Lindén, J., Taponen, S., Talvitie, V., Leppävuori, E., Hänninen, L., 2023, “Histopathological findings in a pilot study of dairy calves disbudded with hot cauterization or caustic paste”, *Journal of Comparative Pathology*, 201:118–122. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2023.01.003>
- Loretz, C., Wechsler, B., Hauser, R., Rüschi, P., 2004, “A comparison of space requirements of horned and hornless goats at the feed barrier and in the lying area”, *Applied Animal Behaviour Science*, 87:275–283. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.01.005>

- Meischke, H. R. C., Ramsay, W. R., Shaw, F. D., 1974, "The effect of horns on bruising in cattle", *Australian Veterinary Journal*, 50:432–434. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1974.tb06864.x>
- Mintline, E. M., Stewart, M., Rogers, A. R., Cox, N.R., Verkerk, G. A., Stookey, J. M., Webster, J. R., Tucker, C. B., 2013, "Play behavior as an indicator of animal welfare: Disbudding in dairy calves", *Applied Animal Behaviour Science*, 144:22–30.
- Mobini, S., 1991, "Cosmetic dehorning of adult goats", *Small Ruminant Research*, 5:187–191. [https://doi.org/10.1016/09214488\(91\)90044-Q](https://doi.org/10.1016/09214488(91)90044-Q)
- Mota Rojas, D., Ceballos, M., Orihuela, A., Corredor, M., Pérez, E., Ramírez, R., Cesar, D., 2016, "Capítulo 11. Prácticas dolorosas en animales de granja", en D. Mota-Rojas, A. Velarde-Calvo, S. Maris, M. Cajiao, (Eds.), *Bienestar animal. Una visión global en Iberoamérica*, 3rd ed, ELSEVIER, Barcelona, España, 137–154. ISBN 978-84-9113-026-0.
- Mota Rojas, D., Broom, D., Orihuela, A., Velarde, A., Napolitano, F., Alonso-Spilsbury, M., 2020. Effects of human-animal relationship on animal productivity and welfare. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 8:196–205. <https://doi.org/10.31893/jabb.20026>
- Mota Rojas, D., Napolitano, F., Strappini, A., Orihuela, A., Ghezzi, M.D., Hernández-Avalos, I., Mora-Medina, P., Whittaker, A.L., 2021, Pain at the Slaughterhouse in Ruminants with a Focus on the Neurobiology of Sensitisation. *Animals*, 11:1085. <https://doi.org/10.3390/ani11041085>
- Mota Rojas, D., Velarde, A., Marcet-Rius, M., Orihuela, A., Bragaglio, A., Hernández-Ávalos, I., Casas, A., Domínguez, A., Whittaker, A.L., 2022. Analgesia during parturition in domestic animals: perspectives and controversies on its use. *Animals*, 12:2686. <https://doi.org/10.3390/ani12192686>
- Mota Rojas, D., Whittaker, A.L., Domínguez Oliva, A., Strappini, A.C., Álvarez Macías, A., Mora-Medina, P., Ghezzi, M., Lendez, P., Lezama García, K., Grandin, T., 2024a. Tactile, auditory, and visual stimulation as sensory enrichment for dairy cattle. *Animals*, 14, 1265. <https://doi.org/10.3390/ani14091265>
- Mota Rojas, D., Whittaker, A., Strappini, A., Orihuela, A., Domínguez-Oliva, A., Mora-Medina, P., Álvarez Macías, A., Hernández Avalos, I., Olmos Hernández, A., Reyes Sotelo, B., Grandin, T., 2024b. Human animal relationships in *Bos indicus* cattle breeds addressed from a Five Domains Welfare framework. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, In press. doi: 10.3389/fvets.2024.1456120
- Mota, D., Orihuela, A., Hernández Avalos, I., Domínguez Oliva, A., Casas Alvarado, A., Lendez, P.A., Ghezzi, M.D., 2024c, "Beneficios y consecuencias del recorte de piso en la productividad: aspectos anatómicos, fisiológicos y neurobiología del dolor", *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 23:100–118.
- Mota Rojas, D., Ghezzi, M. D., Hernández Avalos, I., Álvarez Macías, A., Domínguez Oliva, A., Napolitano, F., Lendez, P. A., Orihuela, A., 2024d, "Respuesta conductual y neurofisiológica al

- dolor durante la mastitis: eficiencia productiva de rumiantes lecheros, así como su relación con la terapia analgésica, antiinflamatoria y antimicrobiana”, *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 23:72–98.
- Neely, C. D., Thomson, D. U., Kerr, C. A., Reinhardt, C. D., 2014, “Effects of three dehorning techniques on behavior and wound healing in feedlot cattle”, *Journal of Animal Science*, 92:2225–2229. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7424>
- Neely, C. D., 2013, “Comparison of the effects of three different dehorning techniques on behavior and wound healing in feeder cattle in a western Kansas feedlot”, Master of Science, en Department of Clinical Sciences, Kansas State University, USA.
- Orihuela, A., Mota Rojas, D., Velarde, A., Strappini Asteggiano, A., de la Vega, L.T., Borderas Tordesillas, F., Alonso Spilsbury, M., 2018. Environmental enrichment to improve behaviour in farm animals. *CABI Reviews*, 13, 1–25. <https://doi.org/10.1079/PAVSNR201813059>.
- Orihuela, A., Ungerfeld, R., 2019, *Prácticas zootécnicas dolorosas. Evaluación y alternativas para el Bienestar Animal*. 1a ed. COLPOS, México, 207.
- Picard, K., Festa-Bianchet, M., & Thomas, D., 1996, “The cost of horniness: Heat loss may counter sexual selection for large horns in temperate bovids”, *Écoscience*, 3(3):280–284. <https://doi.org/10.1080/11956860.1996.11682343>
- Porter, V., 2007, *Cattle – A Handbook to the Breeds of the World*, Crowood Press, Marlborough, UK.
- Reedman, C. N., Duffield, T. F., DeVries, T. J., Lissemore, K. D., Karrow, N. A., Li, Z., Winder, C. B., 2020, “Randomized control trial assessing the efficacy of pain control strategies for caustic paste disbudding in dairy calves younger than 9 days of age”, *Journal of Dairy Science*, 103(8):7339–7350. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-18118>
- Reedman, C. N., Duffield, T. F., DeVries, T. J., Lissemore, K. D., Winder, C. B., 2021, “Risk factors for morbidity in 1- to 9-day-old dairy calves following caustic paste disbudding”, *JDS Communications*, 2(6):376–380. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2021-0121>
- Reiche, A. M., Dohme-Meier, F., Claudia Terlouw, E. M., 2020, “Effects of horn status on behaviour in fattening cattle in the field and during reactivity tests”, *Applied Animal Behaviour Science*, 231:105081. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2020.105081>
- Schwartzkopf Genswein, K. S., Booth McLean, M. E., McAllister, T. A., Mears, G. J., 2005, “Physiological and behavioural changes in Holstein calves during and after dehorning or castration”, *Canadian Journal of Animal Science*, 85:131–138. <https://doi.org/10.4141/A04-051>
- Shaw, F., Baxter, R., Ramsay, W., 1976, “The contribution of horned cattle to carcass bruising”, *Veterinary Record*, 98:255–257. <https://doi.org/10.1136/vr.98.13.255>
- Smith, W. L., DeWitt, D. L., Garavito, R. M., 2000, “Cyclooxygenases: Structural, Cellular, and Molecular Biology”, *Annual Review of Biochemistry*, 69:145–182. <https://doi.org/10.1146/annurev.biochem.69.1.145>

- Stafford, K. J., Mellor, D. J., 2011, "Addressing the pain associated with disbudding and dehorning in cattle", *Applied Animal Behaviour Science*, 135:226–231. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.10.018>
- Stafford, K., Mellor, D., 2005, "Dehorning and disbudding distress and its alleviation in calves", *Veterinary Journal*, 169:337–349. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2004.02.005>
- Stafford, K. J., Mellor, D. J., 2005, "The welfare significance of the castration of cattle: a review", *New Zealand Veterinary Journal*, 53:271-278.
- Staněk, S., Šárová, R., Nejedlá, E., Slosárkova, S., Dolezal, O., 2018, "Survey of disbudding practice on Czech dairy farms", *Journal of Dairy Science*, 101:830–839. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13143>
- Stilwell, G., de Carvalho, R. C., Lima, M. S., Broom, D. M., 2009, "Effect of caustic paste disbudding, using local anaesthesia with and without analgesia, on behaviour and cortisol of calves", *Applied Animal Behaviour Science*, 116(1):35–44. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.06.008>
- Stilwell, G., Lima, M. S., Broom, D. M., 2007, "Comparing the effect of three different disbudding methods on behaviour and plasma cortisol of calves", *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 102:281–288.
- Stilwell, G., Lima, M. S., Broom, D. M., 2008, "Comparing plasma cortisol and behaviour of calves dehorned with caustic paste after non-steroidal-anti-inflammatory analgesia", *Livestock Science*, 119(1–3):63–69. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.02.013>
- Stock, M. L., Baldridge, S. L., Griffin, D., Coetzee, J.F., 2013, "Bovine dehorning: Assessing pain and providing analgesic management", *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 29:103–133. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.11.001>
- Strappini, A. C., Metz, J. H. M., Gallo, C. B., Kemp, B., 2009, "Origin and assessment of bruises in beef cattle at slaughter", *Animal*, 3:728–736. <https://doi.org/10.1017/S1751731109004091>
- Sylvester, S., Mellor, D., Stafford, K., Bruce, R.A., Ward, R.N., 1998, "Acute cortisol responses of calves to scoop dehorning using local anaesthesia and/or cautery of the wound", *Australian Veterinary Journal*, 76:118–122. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1998.tb14542.x>
- Sylvester, S.P., Stafford, K.J., Mellor, D.J., Bruce, R.A., Ward, R.R., 2004, "Behavioural responses of calves to amputation dehorning with and without local anaesthesia", *Australian Veterinary Journal*, 82:697-700. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2004.tb12162.x>
- Tulloh, N. M., 1961, "Behaviour of cattle in yards. II. A study of temperament", *Animal Behaviour*, 9:25–30. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(61\)90046-X](https://doi.org/10.1016/0003-3472(61)90046-X)
- Van der Saag, D., Lomax, S., Windsor, P. A., Taylor, C., White, P. J., 2018, "Evaluating treatments with topical anaesthetic and buccal meloxicam for pain and inflammation caused by amputation dehorning of calves", *PLoS One* 13:e0198808. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198808>

- Vickers, K. J., Niel, L., Kiehlbauch, L. M., Weary, D. M., 2005, “Calf response to caustic paste and hot-iron dehorning using sedation with and without local anesthetic”, *Journal of Dairy Science*, 88:1454-1459.
- Waiblinger, S., Baars, T., Menke, C., 2001, “Understanding the cow-the central role of human- animal relationship in keeping horned dairy cows in loose housing”, en M. Hovi, M. Bouihol (eds.), *Human animal relationship: stockmanship and housing in organic livestock systems*. Proc. 3rd Workshop of the International Network on Animal Health and Welfare in Organic Agriculture (NAHWOA), Clermont-Ferrand, France, 64–78.
- Weyl Feinstein, S., Shabtay, A., Malka, H., Adin, G., Peleg, G., Faktor, G., Honig, H., 2021, “Assessing the Effect of Pain Relieving Methods During Caustic Disbudding Procedure on Dairy Calf Welfare”, *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 76(3):96–107.
- White, E. C., 2004, “Caprine dehorning”, en S.L. Fubini, N.G. Ducharme, (Eds.), *Farm Animal Surgery*, 1st Ed., Saunders, USA, 511–515.
- Winder, C. B., LeBlanc, S. J., Haley, D. B., Lissemore, K. D., Godkin, M. A., Duffield, T. F., 2017, “Clinical trial of local anesthetic protocols for acute pain associated with caustic paste disbudding in dairy calves”, *Journal of Dairy Science*, 100(8):6429–6441. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12724>
- Winder, C. B., LeBlanc, S. J., Haley, D. B., Lissemore, K. D., Godkin, M. A., Duffield, T. F., 2016, “Practices for the disbudding and dehorning of dairy calves by veterinarians and dairy producers in Ontario, Canada”, *Journal of Dairy Science*, 99:10161–10173. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11270>
- Wythes, J., Horder, J., Lapworth, J., Cheffins, R., 1979, “Effect of tipped horns on cattle bruising”, *Veterinary Record*, 104:390–392. <https://doi.org/10.1136/vr.104.17.390>
- Youngers, M. E., Thomson, D. U., Schwandt, E. F., Simroth, J. C., Bartle, S. J., Siemens, M. G., Reinhardt, C. D., 2017, “Case Study : Prevalence of horns and bruising in feedlot cattle at slaughter”, *The Professional Animal Scientist*, 33:135–139. <https://doi.org/10.15232/pas.2016-01551>.