Revista digital de investigación

593 Digital Publisher
CEIT

Volumen 11
Número º 4-2
Año 2026/julio
ISSN 2588-0705

Multidisciplinar

Ecuador | Julio

latindex catálogo 2.0 · doi · Crossref Content Registration · Google scholar · ROAD Directory of Open Access Scholarly Resources · Dialnet

593 Digital Publisher
Revista 593 Digital Publisher (593DP)
Vol. 11, No. 4-2, Julio 2026
ISSN 2588-0705

Cómo citar: Rivera-Cisneros, M., & Segura-Ochoa, J., (2026). Aplicación de Medicamentos vía Aorta Abdominal en Bovinos Lecheros: Una Revisión Narrativa. Revista 593 Digital Publisher CEIT, 11(4-2), 315-327, https://doi.org/10.33386/593dp.2026.4-2.4271

Descargar para Mendeley y Zotero

Aplicación de Medicamentos vía Aorta Abdominal en Bovinos Lecheros: Una Revisión Narrativa

doi.org/10.33386/593dp.2026.4-2.4271

Marco Vinicio Rivera-Cisneros*
Jorge Jagger Segura-Ochoa**

Resumen

Objetivo: Recopilar y analizar la información científica disponible sobre la administración de medicamentos mediante la vía de la aorta abdominal en bovinos lecheros, considerando sus fundamentos anatómicos y farmacológicos, aplicaciones clínicas y, especialmente, los riesgos vasculares asociados con su utilización. Metodología: Se realizó una revisión narrativa de publicaciones comprendidas entre 1969 y 2025, localizadas en PubMed, SciELO, ScienceDirect, SpringerLink y Google Scholar, además de libros, tesis y trabajos académicos relacionados. Se emplearon términos en español e inglés vinculados con aorta punción, administración intraarterial, farmacocinética, mastitis, metritis, endometritis, riesgos vasculares, bienestar animal y residuos de medicamentos. Tras aplicar criterios de inclusión y exclusión, se consolidaron 20 fuentes bibliográficas. Resultados: La literatura revisada describe fundamentos anatómicos que explican el interés por esta vía y reporta resultados favorables en algunos tratamientos de mastitis, metritis, endometritis y protocolos reproductivos. Sin embargo, también señala limitaciones importantes, entre ellas el riesgo de lesiones vasculares, hematomas, hemorragias, dolor, estrés y posibles problemas relacionados con residuos de medicamentos en leche. La evidencia disponible procede principalmente de estudios pequeños, experiencias clínicas y publicaciones antiguas, por lo que los resultados no pueden generalizarse. Asimismo, la respuesta terapéutica depende del principio activo, la dosis, su distribución en el organismo, el agente causal y la condición clínica del animal tratado. Conclusión: La aorta punción abdominal puede considerarse una técnica de interés clínico y científico, pero la evidencia actual no permite recomendarla como práctica rutinaria. Se requieren estudios controlados que evalúen su eficacia, seguridad, farmacocinética, bienestar animal e inocuidad alimentaria antes de establecer protocolos estandarizados.

Palabras claves: Bovinos; Aorta abdominal; Farmacología veterinaria; Vías de administración de medicamentos; enfermedades de los bovinos.

* Ingeniero Zootecnista y estudiante de la Maestría en Ciencias Veterinarias de la Universidad Estatal de Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar. E-mail: m.serviagro@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0009-0008-7730-1414 (Autor de Correspondencia)

** Docente - Investigador de la Universidad Estatal de Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar. E-mail: jsegura@ueb.edu.ec. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8964-4333

Recibido: 15 de julio del 2026 - Aceptado: 29 de julio del 2026 (2 ronda rev.)

Disponible en: https://www.593dp.com/index.php/593_Digital_Publisher

Administration of Medications via the Abdominal Aorta in Dairy Cattle: A Narrative Review

Abstract

Verbal language development in early childhood constitutes a fundamental neurocognitive and communication tool for subsequent learning acquisition. The increase of difficulties in this area directly impacts integral child development. The objective of this research was to analyze the relationship between verbal memory and linguistic awareness (lexical-semantic and phonological) in 4-year-old children from Sublevel 2 of Early Childhood Education at a public educational institution in Quito.

The study adopted a quantitative approach with a quasi-experimental correlational design, evaluating a sample of 30 students (15 boys and 15 girls). Five subtests of the Test of Memory and Learning (TOMAL) and the Lexical-Semantic Awareness Evaluation Tests were administered.

Statistical analyses demonstrated a positive and significantly strong relationship between verbal memory and the evaluated language components. Furthermore, following deep semantic coding, the number of recalled words was remarkably higher compared to phonological and visual levels. It can be concluded that a direct interdependence exists between verbal storage capacity and formal linguistic development, which justifies the design and implementation of a classroom-based pedagogical intervention program to strengthen these skills jointly.

Keywords: language; lexical-semantic awareness; phonological awareness; verbal memory.

Introducción

La producción de ganado lechero en la Sierra ecuatoriana se desarrolla en condiciones que pueden representar distintos desafíos para la salud y el rendimiento de los animales. Factores como el tipo de manejo, las condiciones climáticas, la topografía y las limitaciones de infraestructura pueden favorecer la aparición de diferentes enfermedades y alteraciones que repercuten directamente en la producción, la productividad y, en consecuencia, en la sostenibilidad económica de las explotaciones ganaderas (Radostits et al., 2007). Entre las patologías que se presentan con frecuencia se encuentran la mastitis subclínica, la mastitis clínica recurrente, la endometritis posparto y las lesiones podales (Acosta *et al.*, 2017). Aunque estas enfermedades tienen orígenes y características diferentes, todas pueden generar pérdidas importantes si no son diagnosticadas y tratadas de manera adecuada.

El tratamiento de estas patologías requiere seleccionar tanto el medicamento como la vía de administración más apropiada para cada caso. En bovinos, las vías intravenosa, intramuscular y subcutánea son las más utilizadas, mientras que otras, como la vía intrauterina, se reservan para determinadas condiciones clínicas. Estas vías han sido ampliamente estudiadas y cuentan con protocolos establecidos que permiten utilizarlas de manera relativamente segura cuando se respetan las dosis, indicaciones y tiempos de retiro correspondientes (Giguère *et al.*, 2013).

Sin embargo, en la práctica veterinaria también se han planteado otras alternativas de administración, entre ellas la aplicación de medicamentos mediante punción de la aorta abdominal. Esta técnica consiste en introducir el medicamento directamente en la circulación arterial a nivel de la región lumbar y ha sido utilizada con la intención de favorecer una llegada inicial del fármaco hacia determinados tejidos irrigados por ramas de la aorta abdominal. Su utilización, no obstante, requiere especial precaución debido a que se trata de una vía invasiva y técnicamente más compleja que las vías convencionales.

Es importante considerar que la administración de un medicamento directamente en el sistema circulatorio no significa que este actúe de forma inmediata o exclusiva sobre un órgano determinado. Una vez que el fármaco ingresa al torrente sanguíneo, sigue los procesos farmacocinéticos propios de cada sustancia, entre ellos la distribución, el metabolismo y la eliminación. Su comportamiento en el organismo dependerá de características como la liposolubilidad, la unión a proteínas plasmáticas, el volumen de distribución, la vida media y la afinidad por ciertos tejidos. Por esta razón, cualquier posible beneficio atribuido a la vía aórtica debe analizarse considerando tanto las características del medicamento como la condición clínica del animal y el tejido que se pretende tratar (Baggot, 1996; Carbajal *et al.*, 2015).

En el caso de la glándula mamaria, por ejemplo, el paso de los medicamentos hacia el tejido está condicionado por las características de la barrera hemato-mamaria y por las propiedades fisicoquímicas de cada principio activo. Durante procesos inflamatorios, como ocurre en la mastitis, pueden producirse cambios en la permeabilidad vascular que modifican la distribución de algunos medicamentos (Benito y García, 2014). Sin embargo, la mastitis corresponde a una enfermedad de la glándula mamaria y no a una enfermedad reproductiva. Además, el hecho de que exista inflamación no significa necesariamente que una determinada vía de administración sea más eficaz, ya que la respuesta al tratamiento también depende del medicamento utilizado, del agente causal, de la gravedad de la infección y de la condición general del animal.

Uno de los aspectos que merece mayor atención en el uso de la vía aórtica es precisamente su seguridad. La punción de un vaso sanguíneo de gran calibre implica riesgos que no pueden ser ignorados. Entre ellos se encuentran las posibles lesiones vasculares, hemorragias, dolor, estrés y otras complicaciones derivadas de una ejecución incorrecta del procedimiento (Fubini & Ducharme, 2017). Por esta razón, la técnica requiere un conocimiento detallado de la

anatomía bovina, experiencia profesional y una adecuada valoración de los posibles beneficios frente a los riesgos que puede representar para el animal.

A estos aspectos se suman otras consideraciones relacionadas con los medicamentos utilizados. Cada principio activo tiene una farmacocinética y una farmacodinamia propias, además de posibles efectos adversos, contraindicaciones y tiempos de retiro que deben respetarse. En el caso de los bovinos lecheros, este último aspecto adquiere especial importancia debido al riesgo de que queden residuos de medicamentos en la leche destinada al consumo humano. Por ello, la valoración de esta vía no debe limitarse únicamente a su posible eficacia clínica, sino que también debe considerar el bienestar animal, la seguridad del procedimiento y la inocuidad de los productos obtenidos.

Aunque la administración de medicamentos por vía de la aorta abdominal ha sido descrita en la práctica veterinaria, todavía existen vacíos importantes respecto a su eficacia, seguridad y estandarización. La evidencia disponible es limitada y se encuentra dispersa, lo que dificulta establecer con claridad en qué situaciones podría representar una verdadera ventaja frente a las vías de administración convencionales. También es necesario diferenciar entre las observaciones obtenidas en la práctica clínica y aquellas que cuentan con suficiente respaldo científico.

En este contexto, el objetivo de la presente revisión narrativa es recopilar la información científica disponible sobre la administración de medicamentos mediante la vía de la aorta abdominal en bovinos lecheros, considerando sus fundamentos anatómicos y farmacológicos, sus posibles aplicaciones clínicas y, especialmente, los riesgos vasculares asociados con su utilización.

Metodología

Para el desarrollo de este trabajo se realizó una revisión narrativa de la literatura científica relacionada con la administración de medicamentos por vía intra arterial, especialmente mediante la punción de la aorta abdominal en bovinos. Debido a que la información disponible sobre esta técnica es limitada y se encuentra dispersa, se consideraron publicaciones comprendidas entre 1969 y 2025, con la finalidad de incluir tanto los antecedentes históricos como los estudios y textos más recientes relacionados con su aplicación, fundamentos anatómicos, aspectos farmacológicos, riesgos y limitaciones.

La búsqueda de información se realizó en las bases de datos PubMed, SciELO, ScienceDirect, SpringerLink y Google Scholar. Además, se revisaron libros especializados en medicina interna, cirugía, anatomía y farmacología veterinaria, así como tesis y trabajos académicos que aportaran información directamente relacionada con la aplicación de medicamentos por vía aórtica en bovinos.

Con el propósito de ampliar la búsqueda y no limitarla a un único término, se utilizaron diferentes palabras clave y combinaciones en español e inglés. Entre los principales términos empleados estuvieron: *"intra-arterial administration bovine"*, *"abdominal aorta cattle"*, *"aortopuncture cattle"*, *"endoarterial treatment cattle"*, *"arterial drug administration bovine"*, *"veterinary pharmacokinetics cattle"*, *"mastitis intra-arterial treatment"*, *"metritis endoarterial treatment"*, *"endometritis cattle aortopuncture"*, *"vascular complications aortopuncture"*, *"animal welfare intra-arterial administration"* y *"drug residues dairy cattle"*. También se realizaron búsquedas con términos equivalentes en español, como aorta punción en bovinos, administración intra arterial en bovinos, administración de medicamentos por aorta abdominal, farmacocinética en bovinos, mastitis, metritis, endometritis, complicaciones vasculares, bienestar animal y residuos de medicamentos en leche.

Los términos se combinaron mediante los operadores booleanos AND y OR, relacionando principalmente los conceptos de aortopunción o administración intraarterial con bovinos, medicamentos, farmacocinética, tratamientos, riesgos vasculares y bienestar animal. De esta

Licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es

manera se buscó obtener información más amplia y directamente relacionada con los diferentes componentes abordados en la revisión.

La selección de las publicaciones se desarrolló en dos momentos. En primer lugar, se revisaron los títulos y resúmenes para identificar aquellos documentos que tenían relación con el tema. Posteriormente, se realizó la lectura del texto completo de las fuentes consideradas pertinentes. Para decidir su inclusión se tomó en cuenta su relación con la administración intra arterial o la aorta punción en bovinos, el aporte que realizaban a los fundamentos anatómicos y farmacológicos de la técnica y la información que proporcionaban sobre sus aplicaciones clínicas, riesgos, limitaciones, bienestar animal o inocuidad alimentaria.

Como criterios de inclusión, se consideraron artículos científicos, libros especializados, tesis y trabajos académicos que abordaran aspectos relacionados con la anatomía y fisiología de la aorta abdominal en bovinos, la técnica de aorta punción, la administración intra arterial de medicamentos, la farmacocinética de los fármacos utilizados por esta vía, sus posibles aplicaciones clínicas y las complicaciones asociadas al procedimiento. También se incluyeron documentos que aportaran información sobre mastitis, metritis, endometritis, riesgos vasculares, bienestar animal y residuos de medicamentos en productos destinados al consumo humano. Se consideraron publicaciones en español e inglés, sin establecer restricciones geográficas.

Por otro lado, se excluyeron aquellos estudios desarrollados exclusivamente en roedores, especies no domésticas o animales que no guardaran relación con el objetivo de la revisión. También se descartaron publicaciones duplicadas, documentos en los que la administración intra arterial no estuviera relacionada con la aorta abdominal o con su posible aplicación en bovinos y aquellos trabajos que no aportaran información suficiente para responder a los objetivos planteados.

Una vez aplicados estos criterios, se consolidaron 20 fuentes bibliográficas que sirvieron de base para la elaboración del artículo. Estas estuvieron conformadas por 9 artículos científicos publicados en revistas, 8 libros especializados, 2 tesis académicas y 1 trabajo científico institucional. La inclusión de libros y trabajos académicos se consideró necesaria debido a la limitada cantidad de investigaciones clínicas específicas sobre la aorta punción abdominal en bovinos, particularmente en aspectos anatómicos, farmacológicos y técnicos.

Además, la información obtenida se analizó de manera cualitativa y se organizó de acuerdo con los principales temas identificados en la literatura: fundamentos anatómicos y fisiológicos, técnica de aplicación, eficacia terapéutica reportada, medicamentos utilizados, riesgos clínicos y complicaciones vasculares, bienestar animal, inocuidad alimentaria y limitaciones de la evidencia disponible. Debido a que se trata de una revisión narrativa y no de una revisión sistemática o un meta análisis, no se aplicó una herramienta formal para evaluar el riesgo de sesgo. No obstante, se procuró dar mayor importancia a las fuentes directamente relacionadas con la técnica y a aquellas que aportaban información útil para analizar su aplicación, seguridad, riesgos y limitaciones.

Resultados

De acuerdo a varios autores indican que la técnica a seguir es la siguiente: primero se orienta la aguja en el espacio intervertebral comprendido entre la cuarta y quinta vértebra lumbar (L4 y L5), zona donde la aorta corre ventral a los cuerpos vertebrales, utilizando agujas largas de calibre grueso de 14G a 16G, con longitudes de 15 a 20 cm. Si el procedimiento se realizó correctamente se presentará un flujo pulsátil rítmico de sangre, este procedimiento causa un dolor profundo por lo que se debe inyectar lidocaína al 2%, los componentes de esta aproximación técnica se sintetizan en la Tabla 1.

Tabla 1
Aspectos generales del uso de medicamentos vía aorta abdominal en bovinos lecheros

Parámetro Clínico / Técnico	Especificación	Sustento Científico
Punto de Elección Anatómica	Espacio intervertebral lumbar L4 - L5 (fosa paralumbar izquierda).	García *et al.,* (2002a); Morales (2001)
Materiales de Punción	Aguja percutánea de calibre 14G a 16G (Longitud: 15-20 cm).	Sánchez *et al.,* (2017)
Criterio de Éxito Vascular	Sangre rutilante con flujo pulsátil rítmico.	García *et al,,* (2002a); Morales (2001)
Presión Arterial Esperada	Rango sistólico exacto entre 120 y 145 mmHg.	García *et al.,* (2002b)
Manejo del Dolor y Estrés	Infiltración local previa con anestésicos (Lidocaína 2%).	García *et al.,* (2002b); Morales (2001)
Prevención de Complicaciones	Presión mecánica local post-punción (evita hematomas).	Sánchez *et al.,* (2017)

Fundamentos Anatómicos y Fisiológicos

La aorta abdominal constituye uno de los principales vasos arteriales del organismo y participa, a través de sus diferentes ramas, en la irrigación de estructuras abdominales, pélvicas y de los miembros posteriores. Desde el punto de vista anatómico, esta distribución permite comprender el interés que ha existido por la administración intra arterial de medicamentos en bovinos. Dyce *et al.* (2010) describen que la aorta abdominal se localiza ventralmente a los cuerpos vertebrales lumbares y da origen a ramas que contribuyen al aporte sanguíneo de diferentes órganos y tejidos.

Este fundamento anatómico ha llevado a proponer que la administración de medicamentos por vía intra arterial podría favorecer una exposición inicial del fármaco hacia determinados territorios irrigados distalmente al sitio de administración. Sin embargo, esta posibilidad no significa que el medicamento sea dirigido de manera exclusiva hacia un órgano específico. Una vez incorporado a la circulación, el principio activo continúa su distribución de acuerdo con sus propias características farmacocinéticas, como la liposolubilidad, el grado de ionización, la unión a proteínas plasmáticas, el volumen de distribución y la capacidad de atravesar las diferentes barreras tisulares.

En el caso de la glándula mamaria, Benito y García (2014) señalan que los procesos inflamatorios pueden modificar la permeabilidad vascular y alterar la llegada de determinados medicamentos al tejido afectado. Este aspecto podría tener importancia durante procesos como la mastitis; no obstante, la presencia de inflamación no garantiza que la administración intra arterial sea necesariamente más eficaz que otras vías. La respuesta clínica depende también del medicamento utilizado, del microorganismo involucrado, de la gravedad del proceso infeccioso y del estado general del animal.

En relación con el aparato reproductor, la irrigación de los órganos pélvicos se encuentra vinculada con ramas derivadas de la aorta abdominal. A partir de esta consideración, García *et al.* (2002a, 2002b) describieron la utilización de la administración endo arterial en vacas con metritis puerperal. Sánchez *et al.* (2017) también evaluaron esta vía frente a tratamientos convencionales. Es importante diferenciar estas enfermedades reproductivas de otras afecciones descritas en la literatura, como la mastitis o determinados problemas podales, que pertenecen a sistemas anatómicos distintos, aunque hayan sido tratadas experimentalmente mediante la misma vía.

En consecuencia, el fundamento de la aorta punción debe entenderse principalmente desde la anatomía vascular y la farmacología. Su posible utilidad no depende únicamente del sitio donde se administra el medicamento, sino de la interacción entre la circulación sanguínea, las características del principio activo y las condiciones fisiopatológicas del tejido que se pretende tratar.

Técnica de Aplicación

La aorta punción abdominal se describe en la literatura como un procedimiento intra arterial invasivo que permite acceder de manera percutánea a la aorta abdominal desde la región lumbar. Autores como García *et al.* (2002a),

Licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es

Morales (2001) y Sánchez *et al.* (2017) han descrito diferentes referencias anatómicas y criterios para comprobar el acceso vascular. Debido a que se interviene directamente sobre un vaso sanguíneo de gran calibre, el procedimiento exige un conocimiento preciso de la anatomía bovina, experiencia clínica y condiciones adecuadas de contención y manejo del animal.

Fubini y Ducharme (2017) resaltan que los procedimientos invasivos realizados en grandes animales requieren una adecuada planificación y control del dolor. En este sentido, los trabajos revisados mencionan la utilización de anestesia local como una medida destinada a disminuir las molestias producidas durante la intervención (Morales, 2001; García *et al.*, 2002b). No obstante, el empleo de analgesia no elimina los riesgos propios de la punción vascular.

La seguridad representa uno de los principales puntos de discusión. Smith (2014) señala que las intervenciones vasculares invasivas pueden ocasionar complicaciones relacionadas con la lesión de estructuras cercanas, hemorragias o reacciones adversas asociadas con la administración del medicamento. De manera más específica, Sánchez *et al.* (2017) llama la atención sobre la posibilidad de traumatismos en la pared arterial, hematomas retroperitoneales y otras complicaciones vasculares.

Por esta razón, la aorta punción no debe considerarse una vía de administración de primera elección ni una alternativa equivalente a las vías convencionales sin una valoración previa de los riesgos y beneficios. Su ejecución, cuando exista una justificación clínica, corresponde exclusivamente a profesionales veterinarios capacitados. Además, cualquier evaluación de esta técnica debe incorporar criterios de bienestar animal, seguridad del procedimiento y disponibilidad de alternativas terapéuticas menos invasivas.

Eficacia Terapéutica Reportada

Los resultados disponibles sobre la eficacia de la administración de medicamentos por vía de la aorta abdominal son variables y deben interpretarse con precaución. Algunos trabajos han informado respuestas clínicas favorables; sin embargo, la cantidad y calidad de la evidencia todavía son limitadas.

Desde el punto de vista farmacológico, Baggot (1996) destaca que el comportamiento de un medicamento después de ingresar al sistema circulatorio depende de las características propias de cada principio activo. Por ello, los resultados obtenidos con una determinada sustancia no pueden extrapolarse automáticamente a otros medicamentos. Esta consideración es especialmente importante al analizar los estudios que atribuyen ventajas terapéuticas a la vía intra arterial.

En mastitis bovina, Zirena (2019) reportó resultados favorables al utilizar antibióticos administrados por vía de la aorta abdominal en vacas con mastitis subclínica. Carbajal *et al.* (2015) también describen el empleo de terapias alternativas frente a esta enfermedad. No obstante, estos resultados deben considerarse como evidencia limitada, ya que la respuesta al tratamiento de la mastitis depende de numerosos factores, entre ellos el agente causal, el principio activo utilizado, su sensibilidad antimicrobiana, la evolución de la infección y las características individuales del animal.

En el ámbito reproductivo, García *et al.* (2002a) evaluaron la administración endo arterial en vacas afectadas por metritis puerperal y comunicaron una evolución clínica favorable en determinados parámetros. Posteriormente, García *et al.* (2002b) compararon tratamientos basados en oxitetraciclina administrada mediante diferentes vías, mientras que Sánchez *et al.* (2017) señalaron posibles beneficios relacionados con la recuperación clínica y algunos indicadores reproductivos. A pesar de estos resultados, la información disponible no permite establecer que la vía aórtica sea superior de forma general a las alternativas terapéuticas convencionales.

Morales (2001), por su parte, estudió un uso diferente de la vía aórtica mediante la administración de hormonas gonadotrópicas

en protocolos de reproducción asistida, lo que demuestra que su utilización histórica no se ha limitado exclusivamente al tratamiento de procesos infecciosos. También existen antecedentes más antiguos, como los trabajos de Gontarenko (1969) y Plajotin (1982), que describieron aplicaciones terapéuticas relacionadas con esta vía.

Sin embargo, Fernández (2017) advierte que la evidencia disponible continúa siendo variable y que la ausencia de ensayos clínicos amplios impide establecer conclusiones definitivas. En este contexto, los resultados favorables reportados deben ser analizados junto con las limitaciones metodológicas de los estudios, los riesgos vasculares del procedimiento, las posibles repercusiones sobre el bienestar animal y la incertidumbre relacionada con los residuos de medicamentos en leche.

Tabla 2

Evidencia científica del uso de la vía aorta abdominal

Principio Activo / Preparado	Patología Evaluada	Respuestas Clínicas	Fuente Bibliográfica
TS-2 *(Tilosina + Sulfametoxipiridazina)*	Mastitis Subclínica	Reducción de la conductividad eléctrica de la leche a rangos normales (<6.5 mS/cm) en 72 h. Reducción de días de descarte.	Zirena (2019)
Oxitetraciclina *(Combinada con Novocaína al 0.25%)*	Metritis Puerperal Aguda	Disminución de los intervalos parto-primer celo y parto-concepción de manera equivalente a la vía uterina convencional.	García *et al.*, (200a2)
Oxitetraciclina *(Dosis única purificada)*	Metritis Puerperal	Eficacia clínica rápida y curación en menor tiempo de exposición tisular en comparación con el lavado intrauterino.	Sánchez *et al.*, (2017)
eCG *(Gonadotropina Coriónica Equina)*	Protocolos de Transferencia de Embriones	Respuesta superovulatoria y dinámica folicular en vacas lecheras de alta producción.	Morales (2001)

Riesgos Clínicos y Complicaciones Vasculares

Uno de los principales aspectos que deben considerarse al analizar la aorta punción abdominal es el riesgo asociado con la intervención directa sobre un vaso sanguíneo de gran calibre. Sánchez *et al.* (2017) señalan que la punción de la aorta puede ocasionar traumatismos en la pared arterial y favorecer la aparición de hematomas retroperitoneales, lesiones del endotelio y otras complicaciones vasculares. La magnitud de estos eventos puede variar de acuerdo con las características del animal, la experiencia del profesional y las condiciones en las que se realiza el procedimiento.

La lesión del endotelio vascular también constituye un aspecto de preocupación, ya que cualquier alteración de la pared arterial puede favorecer procesos inflamatorios o trombóticos. Sánchez *et al.* (2017) advierten sobre posibles alteraciones de la circulación hacia los miembros posteriores cuando se producen complicaciones vasculares importantes. Sin embargo, la frecuencia real de estos eventos no ha sido establecida con precisión debido a la limitada disponibilidad de estudios clínicos controlados.

Desde una perspectiva terapéutica, estos riesgos adquieren especial importancia cuando se comparan con las vías tradicionales de administración. Giguère *et al.* (2013) destacan que las decisiones farmacológicas deben considerar tanto la eficacia del medicamento como la seguridad de la vía utilizada. Por esta razón, los posibles beneficios atribuidos a la administración intraarterial deben ser valorados frente a las complicaciones que puede generar un procedimiento invasivo, especialmente cuando existen alternativas menos agresivas y con mayor respaldo clínico.

Limitaciones Metodológicas

La evidencia disponible sobre la administración de medicamentos mediante aorta punción en bovinos presenta varias limitaciones que dificultan establecer conclusiones definitivas. Aunque algunos autores han comunicado resultados clínicos favorables, todavía no existe

Licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es

un protocolo universalmente estandarizado que permita determinar con precisión las indicaciones, medicamentos, dosis, condiciones de aplicación y medidas de seguridad asociadas con esta vía.

Smith (2014) señala que los resultados obtenidos con técnicas invasivas pueden estar influenciados por la experiencia y habilidad del profesional que realiza el procedimiento. Este aspecto puede explicar parte de la variabilidad encontrada entre los diferentes trabajos y dificulta reproducir los resultados bajo condiciones de campo.

A esto se suma la escasez de ensayos clínicos controlados, aleatorizados y con un número suficiente de animales. Constable *et al.* (2017) y Smith (2014) resaltan la necesidad de contar con evidencia clínica sólida antes de incorporar procedimientos no convencionales dentro de protocolos terapéuticos habituales. En el caso de la aorta punción, gran parte de la información disponible procede de investigaciones de pequeña escala, estudios descriptivos, observaciones clínicas y trabajos publicados hace varios años. Por ello, los resultados deben interpretarse con prudencia y no pueden generalizarse a todos los bovinos, enfermedades o medicamentos.

Implicaciones en el Bienestar Animal

El bienestar animal representa otro aspecto fundamental al momento de valorar esta técnica. La aorta punción implica atravesar tejidos profundos y acceder a un vaso sanguíneo de gran calibre, por lo que puede generar dolor, incomodidad y respuestas de estrés durante el procedimiento. García *et al.* (2002a) describieron modificaciones en algunas constantes fisiológicas asociadas con la manipulación y contención del animal.

Con el propósito de disminuir las molestias relacionadas con el procedimiento, García-B. *et al.* (2002b) y Morales (2001) mencionan el empleo de anestesia local. Sin embargo, esta medida puede reducir principalmente el dolor asociado con los tejidos superficiales y no elimina por completo las molestias ni los riesgos vinculados con la intervención vascular.

En este sentido, Radostits *et al.* (2007) destacan que todo procedimiento terapéutico debe considerar no únicamente el posible beneficio clínico, sino también el impacto que puede generar sobre el bienestar del animal. Por lo tanto, la utilización de la aorta punción debe analizarse bajo una relación riesgo-beneficio, considerando la disponibilidad de tratamientos menos invasivos y mejor establecidos.

Inocuidad Alimentaria

La inocuidad alimentaria constituye una preocupación especialmente relevante cuando se administran medicamentos mediante vías diferentes de aquellas establecidas en sus indicaciones habituales. Este aspecto adquiere mayor importancia en bovinos lecheros, debido a que los residuos farmacológicos pueden alcanzar la leche destinada al consumo humano.

Zirena (2019) evaluó la administración intra arterial de medicamentos en vacas lecheras; sin embargo, la información disponible no permite establecer con suficiente certeza cómo esta vía modifica las concentraciones del fármaco en sangre, tejidos y leche ni cuál sería el tiempo de eliminación correspondiente. Por esta razón, los períodos de retiro definidos para otras vías de administración no deberían extrapolarse automáticamente a la vía aórtica.

Sánchez *et al.* (2017) también llaman la atención sobre la necesidad de considerar la posible presencia de residuos medicamentosos en productos de origen animal. A esto se suma la ausencia de estudios farmacocinéticos específicos que permitan determinar si las concentraciones presentes en leche o carne cumplen con los límites máximos de residuos establecidos para el consumo humano (Radostits *et al.*, 2007; Zirena, 2019).

Por lo tanto, mientras no existan estudios específicos de farmacocinética, eliminación y residuos para los medicamentos administrados

mediante esta vía, su utilización en bovinos destinados a la producción de alimentos debe analizarse con especial precaución.

Medicamentos Administrados por Vía Aorta Abdominal

Entre los medicamentos descritos en la literatura revisada se encuentra el preparado TS-2, compuesto por tilosina y sulfametoxipiridazina. Estos principios activos han sido utilizados en medicina veterinaria para el tratamiento de diferentes enfermedades bacterianas; sin embargo, la administración mediante la aorta abdominal no corresponde a una vía de uso convencionalmente establecida para este tipo de preparados.

Zirena (2019) reportó resultados favorables después de utilizar antibióticos por vía aórtica en vacas Holstein con mastitis subclínica, observando cambios en algunos indicadores utilizados para evaluar la enfermedad. No obstante, estos hallazgos deben interpretarse con cautela debido a las limitaciones metodológicas del estudio y a la falta de evaluaciones complementarias sobre farmacocinética, residuos en leche y efectos adversos a mediano o largo plazo.

Además, los resultados obtenidos con un determinado medicamento no pueden extrapolarse directamente a otros principios activos, ya que cada sustancia presenta características propias de distribución, metabolismo y eliminación. En consecuencia, no resulta adecuado asumir que la administración aórtica permitirá alcanzar concentraciones terapéuticas superiores en la glándula mamaria únicamente por utilizar esta vía.

Umeres (2018) también describe la utilización de antibióticos administrados por la aorta abdominal en vacas Holstein con endometritis subclínica en Ecuador. Este antecedente aporta información sobre la utilización de la técnica en el ámbito reproductivo; sin embargo, no establece que el medicamento utilizado corresponda específicamente al preparado TS-2.

En conjunto, la evidencia encontrada muestra que distintos medicamentos han sido administrados experimentalmente o en experiencias clínicas mediante la aorta abdominal. Sin embargo, la información disponible continúa siendo insuficiente para establecer esquemas terapéuticos estandarizados, demostrar una superioridad frente a las vías convencionales o definir con seguridad los períodos de retiro de los medicamentos en animales productores de alimentos. Por ello, se requieren investigaciones controladas que evalúen de manera conjunta la eficacia clínica, farmacocinética, seguridad vascular, bienestar animal y presencia de residuos en leche y carne.

Discusión

La revisión de la literatura muestra que la administración de medicamentos por vía de la aorta abdominal en bovinos ha despertado interés principalmente por sus fundamentos anatómicos y por la posibilidad de que ciertos medicamentos alcancen con rapidez determinados territorios irrigados por esta arteria. Dyce *et al.* (2010) explican que la distribución arterial de la aorta abdominal permite comprender porque esta vía ha sido considerada como una alternativa en determinadas situaciones clínicas. En una línea similar, García *et al.* (2002b) señalan que la administración endo arterial podría favorecer una llegada temprana del medicamento hacia algunas regiones. Sin embargo, Baggot (1996) plantea una consideración importante: una vez que el medicamento entra al torrente sanguíneo, su comportamiento depende de la farmacocinética propia de cada sustancia. Por ello, no se puede asumir que el simple hecho de administrarlo por vía aórtica garantice una acción exclusiva o localizada en un órgano determinado.

En el caso de la glándula mamaria, Benito y García (2014) mencionan que los procesos inflamatorios pueden modificar la permeabilidad vascular y, con ello, la llegada de algunos medicamentos al tejido mamario. Esta idea puede ayudar a explicar los resultados obtenidos por Zirena (2019), quien reportó una respuesta favorable en vacas con mastitis subclínica tratadas con antibióticos por vía

Licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es

aórtica. De forma semejante, Carbajal *et al.* (2015) describen resultados positivos con terapias alternativas utilizadas frente a la mastitis bovina. A pesar de ello, estos resultados deben analizarse con cautela. Giguère *et al.* (2013) señalan que la eficacia de un tratamiento antimicrobiano no depende únicamente de la vía de administración, sino también del principio activo, la dosis, la distribución del medicamento, el agente infeccioso y la condición clínica del animal. Esto indica que los resultados obtenidos con un fármaco específico no necesariamente pueden trasladarse a otros medicamentos o situaciones clínicas.

En cuanto a las enfermedades reproductivas, García *et al.* (2002a) reportaron resultados favorables al utilizar medicación endo arterial en vacas con metritis puerperal, incluyendo mejoras en algunos parámetros reproductivos. Sánchez *et al.* (2017) también describen posibles ventajas clínicas y económicas asociadas con esta técnica. Por su parte, Morales (2001) presenta un uso diferente de la vía aórtica al emplearla para administrar gonadotropinas dentro de programas de reproducción asistida. Estos trabajos se suman a antecedentes más antiguos, como los de Gontarenko (1969) y Plajotin (1982), quienes ya describían el empleo de esta vía con fines terapéuticos. Sin embargo, Fernández (2017) advierte que la evidencia sigue siendo variable y que todavía no existen suficientes ensayos clínicos de mayor tamaño que permitan confirmar estos beneficios. De igual manera, Umeres (2018) describe su aplicación en vacas con endometritis subclínica, aunque este tipo de antecedentes todavía resulta insuficiente para considerar la aorta punción como una técnica estandarizada.

Uno de los puntos donde existe mayor preocupación entre los autores es la seguridad del procedimiento. Mientras algunos estudios resaltan posibles beneficios clínicos, Sánchez *et al.* (2017) llaman la atención sobre el riesgo de lesiones en la pared arterial, hematomas y otras complicaciones vasculares derivadas de la punción. Smith (2014) coincide en que este tipo de procedimiento requiere una adecuada formación técnica y un conocimiento preciso de la anatomía, precisamente por el riesgo de afectar estructuras próximas. Fubini y Ducharme (2017) también resaltan que los procedimientos invasivos en grandes animales deben realizarse bajo condiciones controladas y por profesionales con experiencia. De esta manera, los resultados favorables descritos por García *et al.* (2002a, 2002b), Morales (2001) o Zirena (2019) deben valorarse junto con los posibles riesgos señalados por otros autores, especialmente cuando existen vías de administración menos invasivas y mejor estudiadas.

El bienestar animal y la inocuidad de los productos destinados al consumo humano también aparecen como elementos importantes dentro de esta discusión. García *et al.* (2002a) describen respuestas de estrés relacionadas con la realización del procedimiento, mientras que García-B. *et al.* (2002b) mencionan el uso de anestesia local como una alternativa para reducir las molestias causadas por la punción. No obstante, Radostits *et al.* (2007) recuerdan que cualquier procedimiento terapéutico debe valorar no solo su posible eficacia, sino también sus efectos sobre el bienestar del animal. A esto se suma el problema de los residuos de medicamentos en leche. Zirena (2019) reconoce que utilizar una vía distinta de aquellas convencionalmente estudiadas genera dudas sobre la distribución y eliminación de los medicamentos. En este sentido, Sánchez *et al.* (2017) también señalan la necesidad de considerar los tiempos de retiro y la posible presencia de residuos. Bedolla (2008), aunque aborda el tratamiento de enfermedades como la mastitis, no describe la vía aórtica como una vía habitual de administración, lo que refuerza la necesidad de mantener precaución cuando se utiliza un medicamento fuera de las vías normalmente establecidas.

Conclusiones

La vía de administración a través de la aorta abdominal en vacas lecheras es una alternativa metodológica que supera el tratamiento antimicrobiano tradicional, también se utiliza en protocolos de biotecnología reproductiva, utilizando dosis individuales de gonadotropinas, no obstante, su aplicación

cotidiana aún requiere de su validación mediante ensayos clínicos controlados y estandarizados.

Desde un enfoque fisiopatológico, esta técnica tiene su mayor justificación médica en cuadros infecciosos agudos y graves (como mastitis hiperagudas o metritis puerperales), en los que la vasoconstricción periférica y el choque endotóxico hacen que las vías parenterales convencionales no sean efectivas. La aorta punción se utiliza como una alternativa para evitar el colapso vascular sistémico, facilita la saturación directa e inmediata del órgano objetivo con concentraciones bactericidas, sin embargo, esto son es concluyente sin antes realizar ensayos clínicos controlados.

La técnica no se puede considerar ni la mejor opción ni de uso regular en el sector ganadero, a pesar de sus obvias ventajas operativas, las cuales incluyen la mejora de los tiempos para recuperarse clínicamente y el ahorro en mano de obra. Su viabilidad depende estrictamente de una sujeción mecánica rigurosa, que el operario tenga habilidades técnicas avanzadas para evitar accidentes vasculares retroperitoneales fatales y de la implementación obligatoria de protocolos analgésicos locales que protejan el bienestar del animal.

La resolución de vacíos críticos en la ciencia determinará el futuro de la aorta punción abdominal y del empleo de preparados específicos, como el TS-2. Es fundamental llevar a cabo ensayos clínicos controlados a gran escala y análisis de farmacocinética que establezcan con precisión las curvas de depuración arterial. Esto permitirá estandarizar nuevos plazos para el retiro preventivo de leche, garantizando así la inocuidad alimentaria.

Referencias Bibliográficas

Acosta Moreno A, Mira Hernández J, & Posada Arias S. (2017). Tópicos en mastitis bovina: desde la etiología hasta algunas terapias alternativas. *Journals of Agriculture and Animal Sciences*, 6(1), 45-55. DOI: 10.22507/jals.v6n1a4

Baggot, J. (1996). *Principles of Veterinary Pharmacology*. Iowa State University Press.

Bedolla, C. 2008. Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera. *REDVET - Revista Electrónica de Veterinaria*, 9(4), 1–26 http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040408/040805.pdf

Benito, M., & García, A. (2014). Anatomía funcional de la glándula mamaria bovina.

Revista de Producción Animal, 26(3), 45–56.

Boscan J., Villaroel R., Oviedo A., Sánchez A., Pino D., García D., Hernández L. & Pérez M. (2009). Bacterias patógenas potenciales al inicio del período seco de vacas doble propósito con mastitis subclínicas. *Revista Científica FCV-LUZ,* 19 (3), 277 – 283. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95911669010

Carbajal, R., Martínez, C., & Rivas, L. (2015). Aplicación de terapias alternativas en mastitis bovina. *Revista de Medicina Veterinaria*, 31(2), 12–21.

Constable, P., Hinchcliff, K., Done, S., & Grünberg, W. (2017). *Veterinary Medicine: A Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs and Goats* (11th ed.). Elsevier. https://www.researchgate.net/publication/311774533_Veterinary_Medicine_A_textbook_of_the_diseases_of_cattle_horses_sheep_pigs_and_goats

Dyce, K., Sack, W., & Wensing, C. (2010). *Textbook of Veterinary Anatomy* (4th ed.). Saunders.

Fernández, R. (2017). Tratamiento de mastitis subclínica mediante técnica arterial. *Revista Veterinaria Andina*, *12*(2), 45–53.

Fubini, S., & Ducharme, N. (2017). *Farm Animal Surgery* (2nd ed.). Elsevier.

García, D., Pino, D., Sánchez, A., Villarroel, R., Rincón, R., y Martínez, A. (2002a). Comparación de la efectividad de la medicación intrauterina y endoarterial utilizadas para el tratamiento de metritis puerperal en vacas. *Revista Científica,*

Licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es

FCV-LUZ, 12(5), 379-383. https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/14867/0

García-B., D., Vivas, I., Pino-R., D., Sánchez-V., A., Villarroel-N., R., y Gutiérrez, J. C. (2002b). Efecto de la antibiótico-terapia por vías endoarterial (aorto-punción) e intrauterina sobre los parámetros reproductivos de vacas lecheras afectadas por metritis puerperal aguda. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 12(4), 304-307. https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/14856

Giguére, S., Prescott, J., & Dowling, P. (2013). *Antimicrobial Therapy in Veterinary Medicine* (5th ed.). Wiley-Blackwell.

Gontarenko, V.S. (1969) *Las investigaciones clínicas experimentales de la acción terapéutica de la novocaína inyectada intravitalmente en casos de endometritis puerperal del ganado bovino*. (Trabajos Científicos del Instituto Zootécnico de Jarkov, Vol. 4). Instituto Zootécnico de Jarkov.

Morales Cruz, J. L. (2001). *Resultados comparativos entre un preparado de FSH-p (Pluset) y la eCG administrada por vía aorta abdominal en un programa de transferencia de embriones en vacas lecheras de la Comarca Lagunera* [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Repositorio Institucional UAAAN. http://repositorio.uaaan.mx:8080/handle/123456789/49586

Plajotin, M.B. (1982). Bloqueo de novocaina. *Manual de Cirugía Veterinaria*. Ediciones Mir.

Radostits, O. M., Gay, C., Hinchcliff, K., & Constable, P. (2007). *Veterinary Medicine* (10th ed.). Saunders.

Sánchez Pérez, O., García Díaz, J. R., y Hernández Barreto, M. A. (2017). Comparación entre la aortopunción y el tratamiento intrauterine en la metritis puerperal en vacas lecheras. *REDVET - Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(1), 1-13. http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010117/011714.pdf

Smith, B. P. (Ed.). (2014). *Large Animal Internal Medicine-E-Book*. Elsevier Health Sciences. https://www.sciencedirect.com/book/edited-volume/9780323554459/large-animal-internal-medicine

Zirena Velásquez, G. (2019). *Tratamiento de mastitis subclínica en vacas Holstein utilizando agua ozonizada y antibióticos vía aorta abdominal* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional UNA. https://repositorio.unap.edu.pe/items/380bd236-e388-477e-bf3e-707e44b0d0c9