



Desarrollo de una herramienta para un uso responsable de los antibacterianos veterinarios en un contexto *One Health*

Development of a tool for responsible use of veterinary antibacterial drugs in a One Health context

AUTORES

(1) Juan Antonio Gilabert Santos
(ORCID: 0000-0003-2717-1718)

FILIACIONES

(1) Departamento de Farmacología y Toxicología.
Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid.
MADRID, ESPAÑA.

CONTRIBUCIONES DE AUTORÍA

El autor firmante es el único autor responsable.

FINANCIACIÓN

Este trabajo no ha contado con ninguna financiación específica para su realización.

CORRESPONDENCIA

Juan Antonio Gilabert Santos jagilabe@ucm.es
Departamento de Farmacología y Toxicología. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. Avda. Puerta de Hierro, s/n. CP 28040. Madrid, España.

CITA SUGERIDA

Gilabert Santos JA. Desarrollo de una herramienta para un uso responsable de los antibacterianos veterinarios en un contexto *One Health*. Rev Esp Salud Pública. 2025; 99: 15 de diciembre e202512083.

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses

RESUMEN

FUNDAMENTOS // Esta revisión viene justificada por promover un mejor conocimiento de los antibacterianos usados en veterinaria entre todos los profesionales de la salud. Con este objetivo se ha desarrollado una herramienta de referencia rápida para un uso prudente y responsable de los antibacterianos autorizados en animales, acorde a su categorización para reservar aquellos críticos en medicina humana, frente al creciente problema del aumento de bacterias resistentes o multiresistentes.

MÉTODOS // Se recopiló y organizó la información de todos y cada uno de los principios activos autorizados y comercializados en España y su uso en diferentes especies animales en una tabla panel, que incluye sus características más relevantes junto con la categorización para un uso prudente y responsable en animales, recomendada por la Agencia Europea del Medicamento (EMA).

RESULTADOS // La tabla recoge un total de 68 principios activos en 761 especialidades de uso en 12 especies animales. En perros y gatos se dispone de 30 y en animales de producción de 54. Las clases principales y con mayor número de especialidades son beta-lactámicos (penicilinas y cefalosporinas), aminoglucósidos, macrólidos y fluoroquinolonas. Cefalosporinas de 3ª y 4ª generación y fluoroquinolonas no deben ser empleadas como tratamiento de 1ª línea.

CONCLUSIONES // Esta tabla pretende contribuir a la mejora de una adecuada y prudente prescripción clínica y promover el aprendizaje y la enseñanza de los antibacterianos y a la lucha contra las resistencias bacterianas en un contexto One Health, interrelacionando salud humana, animal y medioambiental. La tabla puede ser adaptada a los antibacterianos disponibles en otros países.

PALABRAS CLAVE // Farmacología; Antibacterianos; Clasificación; Resistencias a antibióticos; Veterinaria; Salud Pública; *One Health*.

ABSTRACT

BACKGROUND // This review is justified by promoting better knowledge of the antibacterials used in veterinary medicine among all health professionals. For this purpose, a quick reference tool has been developed for the prudent and responsible use of authorized antibacterial agents in animals, according to their categorization to reserve those critical in human medicine, to face the growing problem of the growth of resistant or multi-resistant bacteria.

METHODS // Information was collected and organized for each of the active ingredients authorized and marketed in Spain and its use in different animal species in a panel table that includes their most relevant characteristics along with categorization for prudent and responsible use in animals, recommended by the European Medicines Agency (EMA).

RESULTS // The table lists a total of 68 active substances in 761 specialties used in 12 animal species. In dogs and cats, 30 are available and 54 in production animals. The main classes with the largest number of specialties are beta-lactams (penicillins and cephalosporins), aminoglycosides, macrolides and fluoroquinolones. Cephalosporins of the 3rd and 4th generation and fluoroquinolones should not be used as a first-line treatment.

CONCLUSIONS // This table aims to contribute to the improvement of an adequate and prudent clinical prescription and promote the learning and teaching of antibacterial and the fight against bacterial resistance in a One Health context interrelating human, animal and environmental health. The table can be adapted to antibacterial drugs available in other countries.

KEYWORDS // Pharmacology; Antibacterials; Classification; Antimicrobial resistance; Veterinary medicine; Public Health; One Health.

NOTAS

INTRODUCCIÓN

A principios del siglo XX, Paul Ehrlich sentó las bases de la quimioterapia apoyada en el principio de toxicidad selectiva. Esto es, la inhibición de una función vital en diferentes microorganismos invasores o en células neoplásicas (1). Entre los distintos agentes quimioterápicos se encuentran los antibacterianos, que son sustancias tanto naturales (antibióticos) como sintéticas o semisintéticas, con actividad bactericida o bacteriostática. Ehrlich fue el descubridor de la arsfenamina (Salvarsán®, 1910) para el tratamiento de la sífilis, y Gerard Domagk de las sulfonamidas (Prontosil®, 1935), entre las primeras sustancias químicas sintéticas con propiedades antibacterianas eficaces en el tratamiento de infecciones, junto con la penicilina, un antibiótico natural descubierto por Alexander Fleming en 1928. Paralelamente, se comenzaron a cultivar, aislar e identificar bacterias y se empezaron a asociar con diferentes enfermedades infecciosas, cuyas causas se desconocían. Se empezaron a dilucidar los distintos mecanismos de acción y dianas farmacológicas de algunos antibacterianos, pudiendo combatir enfermedades que habían causado millones de muertes hasta entonces. No obstante, pronto apareció el problema de las resistencias bacterianas (2).

Las resistencias son consecuencia de distintos mecanismos por los cuales las bacterias son capaces de combatir, prevenir y anular los efectos que

los antibacterianos tienen sobre ellas. Incluyen distintos mecanismos como la mutación genética, la adquisición de genes de resistencia a través de plásmidos y transposones, la modificación de los sitios de acción de los antibióticos, la producción de enzimas que los inactivan (por ejemplo, betalactamasas) o la disminución de la permeabilidad celular y el aumento de la expulsión del antibacteriano por bombas de eflujo (3,4).

Este hecho puede atribuirse, al menos en parte, al uso masivo de antibacterianos, tanto en medicina humana como veterinaria, el cual ha producido un incremento de la presión selectiva y el desarrollo de resistencias en distintas bacterias (5). De este modo, junto con la escasa aparición de nuevos antibióticos en las últimas décadas, supone actualmente una de las diez principales amenazas a la Salud Pública a las que se enfrenta la humanidad según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los patógenos con resistencias a los antibióticos causan, aproximadamente 33.000 muertes al año en Europa y se asocian a casi 5 millones de muertes globalmente. Algunas predicciones apuntan que para el año 2050 podrían morir hasta 10 millones de personas al año por esta causa (6,7). Seis patógenos conocidos bajo el acrónimo *ESKAPE* (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Enterobacter spp.*) son los principales responsables de infecciones graves

Este artículo tiene una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional. Usted es libre de Compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) bajo los siguientes términos: Atribución (debe darse el crédito apropiado, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo en cualquier manera razonable, pero no de alguna manera que sugiera que el licenciente lo respalda a usted o su uso); No comercial (no podrá utilizar el material con fines comerciales); Sin derivados (si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado); Sin restricciones adicionales (no puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros hacer cualquier cosa que la licencia permita). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

multirresistentes y, en muchas ocasiones, mortales en pacientes críticos o inmunocomprometidos (8,9).

La administración no justificada o descontrolada de antibacterianos en animales y, especialmente, en los animales destinados a la producción de alimentos, puede incrementar esa presión selectiva sobre las bacterias, originando organismos farmacorresistentes que pueden transmitirse al medio ambiente, a los alimentos (p. ej., carne, pescado, leche, huevos) y/o a las personas, generando así infecciones por patógenos resistentes e, incluso, multirresistentes, que son generalmente de mayor gravedad y de más difícil tratamiento que las causadas por bacterias sensibles (10,11). Un estudio realizado en base a datos de Países Bajos ha demostrado que, mientras el 78,6% de los genes de resistencia en *E. coli* se transmiten entre humanos o a través del entorno, un significativo 21,4% se originan en animales y se traspasa por medio de carne, pescado o contacto con especies de producción, aunque también pueden transmitirse a partir de animales de compañía (12).

El uso de antibacterianos en animales y su impacto, tanto para el tratamiento de enfermedades como para promover su crecimiento (un uso prohibido en la Unión Europea desde 2006 pero aceptado en otros países), ha generado preocupación por la presencia de residuos de estos fármacos en el medioambiente. Estos residuos pueden llegar al entorno por diferentes vías. Una de ellas es la excreción por parte de los animales tratados, pudiendo alcanzar suelos, aguas y sedimentos. Por otro lado, el uso del estiércol como fertilizante puede hacer que estos resi-

duos se lixivien al suelo y al agua subterránea o incluso sean transportados por escorrentía a las aguas superficiales. Además, la liberación de aguas residuales con residuos de dichos antibióticos, originadas en las instalaciones de producción animal y mataderos, puede contaminar los suelos y aguas cercanas. Asimismo, hay una serie de impactos ambientales derivados de estas acciones, como el desarrollo de resistencias antimicrobianas en organismos no objetivo o la producción de efectos tóxicos, ya sea en especies de fauna o de flora, llegando incluso a alterar ecosistemas enteros. Adicionalmente, se produce el fenómeno de bioacumulación, cuando algunos antibacterianos se acumulan en seres acuáticos, pudiendo entrar en la cadena alimentaria y, potencialmente, afectar a animales de mayor orden trófico, incluyendo a los seres humanos (13). Por ello existe una amplia legislación sobre medicamentos veterinarios (14).

Para abordar las diferentes preocupaciones actuales en cuanto al uso y gestión de los antibacterianos y poder gestionar y mejorar su uso responsable, también es necesario un abordaje conjunto de diferentes áreas, y no tan solo las de la salud humana y animal, sino también medioambiental, en lo que se conoce como perspectiva *One Health*.

El concepto *One Health*, introducido a comienzos de este siglo, reconoce que la salud humana, animal y ambiental son interdependientes y cambios de distinta índole están impactando drásticamente en ellas (15). Problemas como el crecimiento poblacional y los movimientos migratorios, la pérdida de biodiversidad y la deforestación, la contaminación atmosférica y de las aguas, la



ocupación de nuevas áreas geográficas o el cambio climático se interrelacionan con cambios como el incremento de la ganadería intensiva y del comercio internacional de animales vivos y productos de origen animal, la dispersión de vectores de patógenos, el aumento de las resistencias a los antimicrobianos o las enfermedades zoonóticas (más de un 60% de las enfermedades humanas son de origen animal), entre otros muchos factores que determinan riesgos en el acceso a los alimentos y la seguridad alimentaria, el control de las enfermedades tropicales desatendidas e infecciosas o la lucha contra patógenos resistentes.

Los veterinarios son profesionales imprescindibles en el control y en la vigilancia y prevención de las resistencias, así como su posible transmisión y salto a vectores de humanos (16). Medidas con esta perspectiva ya se están empezando a implantar a diferentes niveles, tanto nacionales como internacionales, debido a su indudable importancia y eficacia frente al coste sanitario y económico de la resistencia a los antimicrobianos (17).

El objetivo de este trabajo fue ofrecer una herramienta sencilla y de referencia rápida para una mayor eficiencia en la toma de decisiones por parte del personal veterinario, para hacer así un uso prudente y responsable de los antibacterianos comercializados y autorizados de cara a su uso en animales, acorde a una categorización para la reserva de antibacterianos críticos para la medicina humana ante el creciente problema del aumento de bacterias resistentes o multirresistentes.

MÉTODOS

Este trabajo consistió en la revisión de la información relativa a la acción y uso terapéutico de todos y cada uno de los principios activos, incluidos en la categoría de antibacterianos, que se encuentran autorizados y comercializados en España, recogidos en la base de datos CIMA-VET del Centro de Información del Medicamento Animal de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS), que incluye todos los medicamentos veterinarios autorizados en España. La base de datos CIMA-VET es de libre acceso (<https://cimavet.aemps.es/cimavet>) y ofrece opciones de búsqueda según distintos criterios para la consulta de los medicamentos veterinarios. Además de una amplia relación de datos de cada medicamento, la aplicación ofrece acceso a su Ficha Técnica (o Resumen de las Características del Producto) y a los respectivos prospectos.

Los datos para este trabajo fueron recogidos hasta el 23 de diciembre de 2024. Se diseñó y construyó una tabla con la ayuda del programa Excel (Microsoft Corp., WA, EE.UU.) para permitir el análisis de los datos y facilitar su visualización. La tabla creada es de doble entrada con filas y columnas. En las filas se clasifican los antibacterianos en tres grupos acorde a sus mecanismos generales de acción (Mecanismo de Acción): inhibición de la síntesis de la pared o de la membrana celular; inhibición de la síntesis de proteínas; o inhibición de los ácidos nucleicos (ADN y ARN). Para cada una de estas tres categorías se ordenó la información en

distintas columnas: clasificación; antibacterianos; número de especialidades (Nº ESP); especies de uso autorizado; formas y vías; asociaciones; especies de uso autorizado (de las asociaciones); formas y vías (de las asociaciones). Se describen a continuación:

- **CLASIFICACIÓN.** La columna se subdivide en tres columnas (de izquierda a derecha): a) según grupo o mecanismo de acción o dianas farmacológicas de acción específicas (incluye una breve descripción de su mecanismo de acción y de sus dianas); b) en función de su estructura química en familias o clases (este apartado incluye una breve descripción sobre su espectro de actividad o su acción antibacteriana); y c) subgrupos de cada clase o generaciones (incluye una breve descripción sobre su espectro de actividad o su acción antibacteriana, su nomenclatura, generaciones o subgrupos químicos). La acción bactericida (B) puede ser una acción tiempo-dependiente (B_{tdep}) o una acción concentración dependiente (B_{cdep}). La acción bacteriostática (b) puede ser a su vez una acción área bajo la curva dependiente (b_{AUCdep}). Se ha incluido un cuadro con las acciones farmacodinámicas para los distintos grupos.
- **ANTIBACTERIANOS.** Contiene todos los principios activos antibacterianos autorizados y comercializados, con su denominación oficial en español según la AEMPS por orden alfabético. Se destacan los de uso exclusivo veterinario (VET) y los incluidos en la Lista de Medicamentos Esenciales de la OMS (ME) (18), el principio activo representativo del grupo que cuenta con un mayor número de especialidades (en negrita), los con-

siderados como medicamentos esenciales para perros y gatos incluidos en la Lista de la Asociación Mundial de Veterinarios de Pequeños Animales (WSAVA) (19) (datos subrayados) y los incluidos en la Lista de medicamentos esenciales veterinarios para animales de producción de la Asociación Veterinaria Mundial (WVA) y la ONG *Brooke Action for Working Horses and Donkeys* (Brooke) (20).

- **Nº ESP.** Contiene el número total de especialidades farmacéuticas autorizadas y comercializadas de los correspondientes principios activos antibacterianos.

La tabla también incluye información específica sobre las distintas especies de uso autorizado para cada principio activo, así como sus formas farmacéuticas y las vías de administración y se detalla el número total de especialidades de los principios activos y sus asociaciones autorizadas.

- **ESPECIES USO AUTORIZADO.** Incluye las especies animales que abarcan tanto animales de compañía como aquellos destinados para producción y especies exóticas. Las distintas especies de destino autorizadas se han incluido abreviadas con un código de tres letras, en mayúsculas (por orden alfabético): aves (AVE); aves ornamentales (AVEorn); bovino (BOV); bovino en lactación (BOVlact); bovino en secado (BOVsec); caprino (CAP); cobaya (COB); conejo (CON); equino (EQU); gato (GAT); ovino (OVI); ovino en secado (OVIsec); peces (PEC); perro (PER); porcino (POR). Las abreviaturas PER y GAT se destacan en color rojo para una mejor visualización en

los principios activos autorizados para su uso en la clínica de pequeños animales.

No se hace distinción de grupos etarios, sexo o condición sanitaria, excepto en el caso de los bovinos y de los ovinos, que sí se hace en función de su estado de gestación o de lactancia.

- **FORMAS Y VÍAS.** Incluye las formas farmacéuticas de los principios activos abreviadas, en minúsculas (por orden alfabético): cápsula (cap); colirio (col); comprimido (com); dispositivo intrarruminal de liberación continua (dIRc); disolvente (dis); gel (gel); granulado (gra); pasta (pas); premezcla (pmz); polvo (pol); pomada (pom); solución (sol); suspensión (sus). Las abreviaturas correspondientes a las vías de administración, en mayúsculas, son las siguientes (por orden alfabético): cutánea (CU); intramuscular (IM); intramamaria (IMA); intrauterina (IU); intravenosa (IV); oftálmica (OF); ótica (OT); subcutánea (SC); oral (VO).
- **ASOCIACIONES.** Incluye a los principios activos que se combinan con otros para aumentar su espectro de acción, prevenir resistencias, reducir la toxicidad, tratar infecciones complejas o producir sinergias, aumentando así la eficacia de los fármacos. En la tabla se indican de manera explícita los principios activos cuya asociación está autorizada.
- Las columnas **ESPECIES USO AUTORIZADO** y **FORMAS Y VÍAS** (de las asociaciones) son análogas a las homónimas de los principios activos únicos.

La Agencia Europea de Medicamentos (EMA) elaboró la Clasificación de los antibióticos para uso en animales destinada a un uso prudente y responsable (21). Esta clasificación incluye una categorización de los antibacterianos en función del uso indicado para la prevención de resistencias. La tabla recoge también un código de colores para señalar de forma más destacada esta categorización, adaptado a uno de tipo *semáforo* para una mejor legibilidad y reconocimiento visual [TABLA 1].

La tabla está concebida para ser impresa en un tamaño de 600 x 700 mm o mayor para su colocación mural como póster o panel y que permita una correcta lectura y visualización [TABLA 2]. La tabla se acompaña de una Guía Explicativa sobre los apartados de la tabla y otra información adicional relacionada [ANEXO 1]. Al pie de la tabla se incluye la siguiente frase: "ADVERTENCIA: Esta tabla es una simplificación práctica orientativa, en ningún caso intenta sustituir el criterio clínico".

RESULTADOS

En la tabla, los antibacterianos se clasificaron en tres grandes categorías según su mecanismo de acción y, posteriormente, se agruparon en función de su estructura química en 23 familias o clases. La recopilación de datos de los principios activos antibacterianos autorizados y comercializados en España para su uso en animales permitió identificar las características de un total de 68 principios activos distintos comercializados en España en 761 especialidades farmacéuticas, y de uso autorizado en 12 especies animales. Hay 9 antibacterianos que sólo

Tabla 1

Categorización de los antibióticos de uso veterinario según la *European Medicines Agency* (EMA).

CATEGORÍA D: USO CON PRUDENCIA

Los antibacterianos en esta categoría tienen un riesgo menor de inducir resistencias que afecten significativamente a la salud humana. Pueden ser utilizados en animales, pero siempre bajo el principio general de usar las dosis adecuadas durante el tiempo mínimo necesario.

CATEGORÍA C: USO CON CAUTELA

Estos antibacterianos son más críticos para la salud humana y su uso en veterinaria puede contribuir significativamente a las resistencias antibacterianas. Deben usarse con una mayor cautela y solo cuando no haya alternativa de antibacterianos adecuados disponibles en la categoría D.

CATEGORÍA B: USO RESTRINGIDO

Estos antibacterianos son considerados de alta importancia para la salud humana. Su uso en animales debe ser muy limitado y altamente controlado. Deben ser reservados para situaciones específicas donde no haya alternativas disponibles, siendo obligatoria una justificación detallada para su uso con un diagnóstico confirmado y, si es posible, con la identificación del patógeno y su sensibilidad, y es necesaria una monitorización continua para evaluar su eficacia y la posible aparición de resistencias.

CATEGORÍA A: EVITAR/NO USAR

Esta categoría incluye fármacos de última línea o recurso para el tratamiento de infecciones humanas graves y resistentes o multirresistentes. Su uso en veterinaria está prohibido o altamente desaconsejado para preservar su eficacia en medicina humana. No deben ser usados en animales de granja en ninguna circunstancia. En situaciones excepcionales y justificadas se podrían usar en animales de compañía.

Nota: Para más detalles, consultar el enlace: <https://www.ema.europa.eu/en/news/categorisation-antibiotics-used-animals-promotes-responsible-use-protect-public-and-animal-health>

Tabla 1
 Clasificación de los antibacterianos autorizados y comercializados de uso veterinario en España (incluye la *Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable* de la Agencia de Medicamentos Europea [EMA]).

Clasificación

Mecanismo de acción Grupo/
 mecanismo/
 diana

Familias o clases o acción farmacodinámica(*)

Subgrupos o generaciones

Antibacterianos (principios activos) **Nº Esp autorizado**

Especies de uso autorizado

Formas de uso y vías

Asociaciones

Especies de uso autorizado

Formas de uso y vías

SENSIBLES A BETA-LACTAMASAS

Mecanismo de acción	Familias o clases o acción farmacodinámica(*)	Subgrupos o generaciones	Antibacterianos (principios activos)	Nº Esp autorizado	Especies de uso autorizado	Formas de uso y vías	Asociaciones	Especies de uso autorizado	Formas de uso y vías	
BETA-LACTÁMICOS Inhiben la transpeptidación y la síntesis del peptidoglicano de la pared celular de bacterias por unión a PBP's, e inhibición a PBP's, a un grupo de D-alanil-D-alanina transpeptidasas	Penicilinas B_{1dep}	Penicilinas naturales (espectro reducido) Gram + aerobios (<i>Strept spp</i>) y anaerobios estrictos	(*) Bencilpenicilina^{ME} (BP) o penicilina G	15	BOV, EQU, OVI, POR	sus IM, sus IMA	Con BP-benzatina	POR	sus IM, sus IMA	
			(*) Bencilpenicilina^{ME} procaína	12	BOV, BOVlac, EQU, OVI, POR	sus IM, sus IMA	Con dihidroestreptomicina Con dihidroestreptomicina + dexametasona	PER, GAT // BOV, OVI, POR BOV, POR	sus IM, sus IMA	
			Bencilpenicilina-benetamina	1	(Sólo en asociación)			Con bencilpenicilina-benzatina	POR	sus IM
			Bencilpenicilina-benzatina ^{ME}	1	(Sólo en asociación)			Con dihidroestreptomicina sulfato y/o + dexametasona fofato sodio	PER, GAT // BOV, BOVlac, POR, OVI	sus IM, sus IMA
			Fenoximetilpenicilina ^{ME} o penicilina V	4				Con neomicina sulfato + penetamato iohidrato	BOVsec	sus IMA
			(*) Penetamato iohidrato^{ME}	9	BOV	sus IM, sus IMI	Con BP-benzatina + framicitina (ver BP-procaína)	OV(sec, BOVsec)	sus IMA	

Advertencia: Esta tabla es una simplificación práctica orientativa, en ningún caso intenta sustituir el criterio clínico.
 VET: uso veterinario; ME: medicamento esencial (Lista OMS); **negrita:** mayor nº especialidades, representativo del grupo; subrayado Lista medicamentos esenciales WSAVA para perros y gatos;
 (*) Lista medicamentos esenciales WVA&Brooke para animales de producción.

Acción farmacodinámica (*)

Bactericidas concentración-dependiente	B_{dep}	C_{max}/C_{min} y/o AUC/CIM muy altas
Bactericidas tiempo-dependiente	B_{dep}	$t > CIM$
Bacteriostáticos	b	AUCdep (el resto tiempo dependiente)

Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable de la EMA

D	USO CON PRUDENCIA
C	USO CON CAUTELA
B	USO RESTRINGIDO
A	EVITAR/NO USAR

Tabla 1 (continuación)
 Clasificación de los antibacterianos autorizados y comercializados de uso veterinario en España (incluye la *Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable* de la Agencia de Medicamentos Europea [EMA]).

Clasificación		Antibacterianos (principios activos)	Nº Esp autorizado	Especies de uso autorizado	Formas de uso y vías	Asociaciones	Especies de uso autorizado	Formas de uso y vías		
Mecanismo de acción	Grupo/mecanismo/diana	Familias o clases de acción farmacodinámica(*)	Subgrupos o generaciones							
SENSIBLES A BETA-LACTAMASAS										
INHIBICIÓN DE LA SÍNTESIS DE LA PARED O DE LA MEMBRANA CELULAR	BETA-LACTÁMICOS Inhiben la transpeptidación y la síntesis del peptidoglicano de la pared celular de bacterias por unión e inhibición a PBP's, un grupo de D-alanil-D-alanina transpeptidasas	Aminopenicilinas (sin inhibidores de beta-lactamasas) (espectro ampliado a Gram -)	Penicilinas B_{dep}	(**) Amoxicilina ^{ME}	51	PER, GAT // BOV, OVI, POR, AVE	pmz VO, sus IM, pol VO, sus SC, com VO	Con gentamicina	BOV, POR	sus IM
			Penicilinas B_{dep}	(**) Ampicilina ^{ME}	1	(Sólo en asociación)	Con cloxacilina	BOV	sus IMA, pmz VO	
			Penicilinas B_{dep}	Metampicilina	1	POR	pmz VO	(Sólo en monoterapia)	BOVlact	sus IMA
		Aminopenicilinas con inhibidores de beta-lactamasas (espectro ampliado a Gram -) y anaerobios	Penicilinas B_{dep}	(**) Amoxicilina + clavulanato ^{ME}	38	PER, GAT // BOV, POR	com VO, sus IM, sus SC, pol VO	Con prednisolona	BOVlact	sus IMA
Acción farmacodinámica (**)										
				Bactericidas concentración-dependiente B_{dep}		C_{max}/C_{min} y/o AUC/CIM muy altas		Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable de la EMA		
				Bactericidas tiempo-dependiente B_{dep}		$t > CIM$		D USO CON PRUDENCIA		
				Bacteriostáticos		b AUCdep (el resto tiempo dependiente)		C USO CON CAUTELA		
								B USO RESTRINGIDO		
								A EVITAR/NO USAR		

Advertencia: Esta tabla es una simplificación práctica orientativa, en ningún caso intenta sustituir el criterio clínico.
 VET: uso veterinario; ME: medicamento esencial (Lista OMS); **negrita:** mayor nº especialidades, representación del grupo; subrayado Lista medicamentos esenciales WSAVA para perros y gatos;
 (**) Lista medicamentos esenciales WVA&Brooke para animales de producción.

Tabla 1 (continuación)
Clasificación de los antibacterianos autorizados y comercializados de uso veterinario en España (incluye la *Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable* de la Agencia de Medicamentos Europea [EMA]).

Clasificación

Mecanismo de acción	Grupo/mecanismo/diana	Familias o clases o acción farmacodinámica(*)	Subgrupos o generaciones	Antibacterianos (principios activos)	Nº Esp autorizado	Especies de uso autorizado	Formas y vías	Asociaciones	Especies de uso autorizado	Formas y vías
INHIBICIÓN DE LA SÍNTESIS DE LA PARED O DE LA MEMBRANA CELULAR	BETA-LACTÁMICOS Inhiben la transpeptidación y la síntesis del peptidoglicano de la pared celular de bacterias por unión e inhibición a PBP's, un grupo de D-alanina D-alanina transpeptidasas	Penicilinas B_{dep}	Penicilinas antistafilocócicas (Staph y Strep spp.), no Gram ⁻	Cloxacilina benzatina	4	BOVsec	sus IMA	Con neomicina	BOVsec	sus IMA
			Penicilinas B_{dep}	Plodermatitis, otitis externa o infecciones por <i>S. aureus</i>	☛ Cloxacilina sódica ^{ME}	2	BOVlact, OVI	sus IMA	Con ampicilina	BOVlact
				RESISTENTES A BETA-LACTAMASAS (espectro muy reducido)						
				ANTIPSEUDOMONAS (espectro extendido)						
		Penicilinas B_{dep}	Carboxipenicilinas							
			Ureidopenicilinas							

Advertencia: Esta tabla es una simplificación práctica orientativa, en ningún caso intenta sustituir el criterio clínico.

VET: uso veterinario; ME: medicamento esencial (Lista OMS); **negrita:** mayor nº especialidades, representativo del grupo; subrayado Lista medicamentos esenciales WSAVA para perros y gatos;

(*) Lista medicamentos esenciales WVA&Brooke para animales de producción.

Acción farmacodinámica (*)		Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable de la EMA	
Bactericidas concentración-dependiente	B_{dep}	C_{max}/C_{min} y/o AUC/CIM muy altas	D USO CON PRUDENCIA
Bactericidas tiempo-dependiente	B_{dep}	$t > CIM$	C USO CON CAUTELA
Bacteriostáticos	b	AUCdep (el resto tiempo dependiente)	B USO RESTRINGIDO
			A EVITAR/NO USAR

Tabla 1 (continuación)
 Clasificación de los antibacterianos autorizados y comercializados de uso veterinario en España
 (incluye la *Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable* de la Agencia de Medicamentos Europea [EMA]).

Clasificación		Antibacterianos (principios activos)	No Esp autorizado	Especies de uso autorizado	Formas de uso autorizado	Asociaciones	Especies de uso autorizado	Formas de uso y vías	
Mecanismo de acción	Grupo/mecanismo/diana	Familias o clases acción farmacodinámica(*)	Subgrupos o generaciones	Formas de uso autorizado	Formas de uso y vías	Asociaciones	Especies de uso autorizado	Formas de uso y vías	
BETA-LACTÁMICOS Inhiben la transpeptidación y la síntesis del peptidoglicano de la pared celular de bacterias por unión e inhibición a PBP's, un grupo de D-alanina D-alanina transpeptidasas	1ª gen. (cefa-) Aerobios Gram+ resistentes a penicilinasas	Cefalosporinas	Cefacetril	1	(Sólo en asociación) PER, GAT	com VO	Con rifaximina	BOVlact	com IMA
			Cefadroxilo	4	PER, GAT // BOVsec, BOVlact	pol VO, com VO, sus IMA	(Sólo en monoterapia)	BOVlact	sus IMA
			☞ Cefalexina ^{ME}	24	BOVsec, BOVlact	sus IMA	Con kanamicina	BOVlact	sus IMA
			☞ Cefalotio	3	BOVsec	sus IMA	(Sólo en monoterapia)	BOVlact	sus IMA
	2ª gen. Gram + Y Gram - aerobios	Cefalosporinas	☞ Cefepirina	4	BOVsec, BOV	com IMA, sus IU	Con prednisolona	BOVlact	sus IMA
			3ª gen. (cefo-, ceft-) Amplio espectro Gram- (ex: <i>Pseudomonas</i> y coliformes)	Cefoperazona ^{VET}	1	BOVlact	sus IMA	(Sólo en monoterapia)	
	Cefovecina ^{VET}	2		PER, GAT	sol SC	(Sólo en monoterapia)			
	☞ Ceftiofur ^{VET}	15		BOV, POR	sus IM, sus SC	Con ketoprofeno	BOV	sus IM	
	4ª gen. Gram-, algunos Gram+ y estabilidad beta-lactamasas	Cefalosporinas	☞ Cequinoma ^{VET}	8	BOV, POR	sus IM, com IMA, sus SC	(Sólo en monoterapia)		
			Carbapenemes		Monobactámicos				
Acción farmacodinámica ☞									
Bactericidas concentración-dependiente		B_{dep}	C_{max}/C_{min} y/o AUC/CIM muy altas						
Bactericidas tiempo-dependiente		B_{dep}	$t > CIM$						
Bacteriostáticos		b	AUC_{dep} (el resto tiempo dependiente)						

Advertencia: Esta tabla es una simplificación práctica orientativa, en ningún caso intenta sustituir el criterio clínico.
 VET: uso veterinario; ME: medicamento esencial (Lista OMS); **negrita:** mayor nº especialidades, representativo del grupo; subrayado Lista medicamentos esenciales WSAVA para perros y gatos;
 (*) Lista medicamentos esenciales WVA&BROOKE para animales de producción.

Tabla 1 (continuación)
Clasificación de los antibacterianos autorizados y comercializados de uso veterinario en España (incluye la *Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable* de la Agencia de Medicamentos Europea [EMA]).

Clasificación		Antibacterianos No autorizados	Formas de uso y vías	Asociaciones	Especies de uso autorizado	Formas de uso y vías autorizadas
Mecanismo de acción	Grupo/mecanismo/diana	Subgrupos o generaciones	Antibacterianos (principios activos)	Formas de uso y vías	Asociaciones	Especies de uso autorizado
		Familias o clases de acción farmacodinámica (*)				
		Glucopéptidos				
	NO LACTÁMICOS Que alteran la síntesis de la pared celular	Ciclopéptidos Decapéptidos cíclicos, interfieren con la defosforilación del bactoprenol	Bacitracinas Gram + (amplio espectro)	CON pol VO	(Sólo en monoterapia)	
INHIBICIÓN DE LA SÍNTESIS DE LA PARED O DE LA MEMBRANA CELULAR						
		Lipopéptidos				
	NO LACTÁMICOS Que alteran la permeabilidad de la membrana celular	Polipéptidos Catiónicos que se unen a los LPS de la membrana celular	Polimixinas Gram -	17 (*) Colistina^{ME} (polimixina E)	POR, OVI, BOV, AVE sol VO, pmz VO, pol VO Con amoxicilina	PER // BOV, OVI, POR sus IM
				5 Polimixina B^{ME}	(Sólo en asociación) Con miconazol + prednisolona	PER, GAT // COB sus OT, sus CU
		Ionóforos	Poliéteres Gram+	1 Monensina	BOV (Sólo en monoterapia)	

Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable de la EMA

D	USO CON PRUDENCIA
C	USO CON CAUTELA
B	USO RESTRINGIDO
A	EVITAR/NO USAR

Acción farmacodinámica (*)

Bactericidas concentración-dependiente	B_{dep}	C_{max}/C_{min} y/o AUC/CIM muy altas
Bactericidas tiempo-dependiente	B_{dep}	$t > CIM$
Bacteriostáticos	b	AUC_{dep} (el resto tiempo dependiente)

Advertencia: Esta tabla es una simplificación práctica orientativa, en ningún caso intenta sustituir el criterio clínico.

VEI: uso veterinario; ME: medicamento esencial (Lista OMS); **negrita:** mayor nº especialidades, representativo del grupo; subrayado Lista medicamentos esenciales WSAVA para perros y gatos;

(*) Lista medicamentos esenciales WVA&Brooke para animales de producción.

Tabla 1 (continuación)
 Clasificación de los antibacterianos autorizados y comercializados de uso veterinario en España
 (incluye la *Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable* de la Agencia de Medicamentos Europea [EMA]).

Clasificación

Mecanismo de acción	Grupo/mecanismo/diana	Familias o clases acción farmacodinámica(*)	Subgrupos o generaciones	Antibacterianos (principios activos)	Nº Esp autorizado	Especies de uso autorizado y vías	Asociaciones	Especies de uso autorizado y vías	Formas de uso y vías
INHIBICIÓN DE LA SÍNTESIS DE PROTEÍNAS	SOBRE SUBUNIDAD 30S Inhibición de la iniciación o de la unión del ARNt	Aminociclitolos Gram - entéricos <i>b</i>	Atípicos Gram - anaerobias facultativas o aerobias <i>b</i>	Espectinomicina ^{ME}	14	AVE, BOV, POR	Con lincomicina Con lincomicina + bromhexina	PER // BOV, OVI, POR, AVE BOV, POR	pol VO
				Apramicina (*)	3	CON, POR, AVE, BOV	(Sólo en monoterapia)	PER, GAT // BOV, OVI, POR BOV, POR	pmz VO, pol VO
				Dihidroestreptomina (*)	8	BOV, POR, CON	Con BP procaína Con BP procaína + dexametasona Con prednisolona + fusidato dietilanolamina + nistatina	PER, GAT // BOV, OVI, POR BOV, POR	sol IM, pol VO
INHIBICIÓN DE LA SÍNTESIS DE PROTEÍNAS	SOBRE SUBUNIDAD 50S Inhibición de la iniciación o de la unión del ARNt	Aminoglicósidos	De amplio espectro Gram - y algunos incl. <i>Pseudomonas</i>	Framicetina (neomicina B)	2	(Sólo en asociación)	Con penetamato + BP-benetamina Con clotrimazol + betametasona-17 valerato	PER, GAT OVIsec, BOVsec	sus IM, sus IMA, susp iny IM
				Gentamicina ^{ME}	15	PER, GAT // EQU, BOV, POR, AVEorn	Con miconazol + hidrocortisona adreponato Con posaconazol + furoato de mometasona Con amoxicilina trihidrato	PER PER PER	sol IM, sol IV, pol VO, sol OF, sol VO, sol IU

Acción farmacodinámica (*)

Bactericidas concentración-dependiente	$B_{50\%}$	C_{max}/C_{min} y/o AUC/CIM muy altas
Bactericidas tiempo-dependiente	$B_{50\%}$	$t > CIM$
Bacteriostáticos	b	AUCdep (el resto tiempo dependiente)

Advertencia: Esta tabla es una simplificación práctica orientativa, en ningún caso intenta sustituir el criterio clínico.
 VET: uso veterinario; ME: medicamento esencial (Lista OMS); **negrita:** mayor nº especialidades, representativo del grupo; subrayado Lista medicamentos esenciales WSAVA para perros y gatos;
 (*) Lista medicamentos esenciales WVA&B Brooke para animales de producción.

Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable de la EMA

D	USO CON PRUDENCIA
C	USO CON CAUTELA
B	USO RESTRINGIDO
A	EVITAR/NO USAR



Tabla 1 (continuación)
 Clasificación de los antibacterianos autorizados y comercializados de uso veterinario en España
 (incluye la *Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable* de la Agencia de Medicamentos Europea [EMA]).

Clasificación		Antibacterianos (principios activos)	No Esp autorizado	Especies de uso autorizado	Formas de uso y vías	Asociaciones	Especies de uso autorizado	Formas de uso y vías	
Mecanismo de acción	Grupo/mecanismo/diana	Familias o clases acción farmacodinámica (*)	Subgrupos o generaciones						
INHIBICIÓN DE LA SÍNTESIS DE PROTEÍNAS	SOBRE SUBUNIDAD 30S Inhibición de la iniciación o de la unión del ARNt	Aminoglucósidos	De amplio espectro Gram ⁻ y algunos Gram ⁺ incl. <i>Pseudomonas</i>	1	Kanamicina	(Sólo en asociación)	BOVIact	sol IMA	
		Tetraciclinas Unión al ARN de transferencia Gram ⁺ y Gram ⁻ , pero resistentes frecuentes <i>b</i> Infecciones por cepas sensibles a tetraciclina	Inhibición de la iniciación más activos frente a Gram ⁻ <i>B^{CatEP}</i>	12	Neomicina ^{ME}	PER // EQU, BOV, POR, CON, AVE	Con sulfatiazol Con cloxacilina Con penetamato iohidrato + BP procaína Con lincomicina	PER, GAT BOVsec BOVsec BOV	pol CU sus IMA sus IMA sol IMA
				6	Paromomicina ^{ME} (amisosidina)	BOV, OVI, CAP, POR	(Sólo en monoterapia)		
				16	Clortetraciclina	PER, GAT // EQU, BOV, OVI, POR, CAP, AVE	(Sólo en monoterapia)		
				36	Oxitetraciclina	BOV, OVI, CAP, POR, AVE, CON, PEC, EQU	(Sólo en monoterapia)		
2	Tetraciclina ^{ME}	BOV, OVI, POR, AVE	(Sólo en monoterapia)						
		Gliciliclinas	Semisintéticas Ehrlichiosis	56	Doxiciclina ^{ME}	PER, GAT // AVE, AVEorn, BOV, POR, CON	BOV, POR, AVE	sol IM, sol IV	

Acción farmacodinámica (*)		Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable de la EMA	
Bactericidas concentración-dependiente B_{dep}	C_{max}/C_{min} y/o AUC/CIM muy altas	D	USO CON PRUDENCIA
Bactericidas tiempo-dependiente B_{dep}	$t > CIM$	C	USO CON CAUTELA
Bacteriostáticos	b AUCdep (el resto tiempo dependiente)	B	USO RESTRINGIDO
		A	EVITAR/NO USAR

Advertencia: Esta tabla es una simplificación práctica orientativa, en ningún caso intenta sustituir el criterio clínico.
 VET: uso veterinario; ME: medicamento esencial (Lista OMS); **negrita:** mayor nº especialidades, representativo del grupo; subrayado Lista medicamentos esenciales WSAVA para perros y gatos;
 (*) Lista medicamentos esenciales WVA&Brooke para animales de producción.



Tabla 1 (continuación)
 Clasificación de los antibacterianos autorizados y comercializados de uso veterinario en España
 (incluye la *Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable* de la Agencia de Medicamentos Europea [EMA]).

Mecanismo de acción		Clasificación		Antibacterianos		Especies de uso autorizado		Asociaciones		Especies de uso autorizado		Formas de uso y vías			
Grupo/ mecanismo/ diana		Familias o clases acción farmaco- dinámica(*)		Subgrupos o generaciones		No Esp activos		Formas autorizado		Formas autorizado		Formas de uso y vías			
INHIBICIÓN DE LA SÍNTESIS DE PROTEÍNAS SOBRE SUBUNIDAD 50S Inhibición transpeptidación/translocación	Macrólidos Inhiben la traslocación Gram + >> Gram - (+ mycoplasma y algunas rickettsiae)	14 C	(*) Eritromicina ^{ME}	3	BOV, OVI, POR	sol IM, sus IMA	(Sólo en monoterapia)								
		15 C	(*) Gamitromicina ^{VET}	1	BOV, OVI, POR	pmz VO, pol VO, sol IM	Con metronidazol								
		16 C	Espiramicina	10	BOV, POR, AVE	pol VO, sol IM									
			(*) Tildipirosina	3	BOV, POR	sol iny SC, sol iny IM	(Sólo en monoterapia)								
			(*) Tilimicosina ^{VET}	14	BOV, OVI, POR, AVE, CON	sol VO, sol SC, pmz VO, gra VO	Con ketoprofeno								
		16 C	(*) Tiliosina ^{VET}	24	PER, GAT // AVE, POR, BOV, CAP	pol VO, pmz VO, gra VO, sol IM, sol SC, sol IV	(Sólo en monoterapia)								
			(*) Tilivalosina	5	POR, AVE	pol VO, pmz VO, gra VO	(Sólo en monoterapia)								
			(*) Tulatromicina ^{VET}	29	BOV, OVI, POR	sol IM, sol SC	Con ketoprofeno								
		Lincosamidas Tratamiento heridas, abscesos y osteomielitis. Toxoplasmosis	Gram + y anaerobios Gram -		Clindamicina ^{ME}	13	PER, GAT	pm CU, com VO, cap VO, sol VO	(Sólo en monoterapia)						
				(*) Lincomicina	31	PER, GAT // BOV, OVI, POR, AVE	pmz VO, pol VO, sol IMA, sol IM, sol IV	Con espectinomicina Con espectinomicina y bromhexina Con neomicina							

Advertencia: Esta tabla es una simplificación práctica orientativa, en ningún caso intenta sustituir el criterio clínico.
 VET: uso veterinario; ME: medicamento esencial (Lista OMS); **negrita:** mayor nº especialidades, representativo del grupo; subrayado Lista medicamentos esenciales WSAVA para perros y gatos;
 (*) Lista medicamentos esenciales WVA&Brooke para animales de producción.

Acción farmacodinámica (*)

Bactericidas concentración-dependiente	B_{dep}	Cmax/Cmin y/o AUC/CIM muy altas
Bactericidas tiempo-dependiente	B_{dep}	t>CIM
Bacteriostáticos	b	AUCdep (el resto tiempo dependiente)

Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable de la EMA

D	USO CON PRUDENCIA
C	USO CON CAUTELA
B	USO RESTRINGIDO
A	EVITAR/NO USAR

Tabla 1 (continuación)
 Clasificación de los antibacterianos autorizados y comercializados de uso veterinario en España
 (incluye la Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable de la Agencia de Medicamentos Europea [EMA]).

Clasificación		Subgrupos o generaciones	Antibacterianos (principios activos)	Especies de uso autorizado	Formas y vías autorizadas	Asociaciones	Especies de uso autorizado	Formas y vías autorizadas	
Mecanismo de acción	Grupo/mecanismo/diana	Familias o clases acción farmacodinámica(*)	No Esp	Especies de uso autorizado	Formas y vías autorizadas	Asociaciones	Especies de uso autorizado	Formas y vías autorizadas	
INHIBIDORES DE ADN	Grupos/ mecanismo/ diana	1ª gen.	Flumequina ^{VET}	5	OVI, POR, BOV, AVE, PEC (trucha)	pol VO, pmz VO, sol VO, pas VO	(Sólo en monoterapia)		
			2ª gen.	Danofloxacin ^{VET}	2	BOV, POR	sol iny IV, sol iny SC, sol iny IM	(Sólo en monoterapia)	
			3ª gen.	Enrofloxacin ^{VET}	64	PER, GAT // BOV, OVI, CAP, POR, AVE, AVEOrn, CON	sol IM, sol IV, sol SC, sol VO, com VO, sus VO	(Sólo en monoterapia)	
INHIBICIÓN DE LOS ACIDOS NUCLEICOS (ADN Y ARN)	Grupos/ mecanismo/ diana	Mayor espectro frente a anaerobios	Marbofloxacin ^{VET}	35	PER, GAT // BOV, POR	com VO, sol IM, sol IV, sol SC	Con clotrimazol y dexametasona Con ketoconazol y prednisolona	PER sus OT PER sol CU	
			Orbifloxacin ^{VET}	1	(Sólo en asociación)		Con posaconazol y mometasona	PER sus OT	
			Pradofloxacin ^{VET}	4	PER, GAT	com VO, sus VO	(Sólo en monoterapia)		
INHIBIDORES DE SINTESIS DE FOLATO	Grupos/ mecanismo/ diana	Gram + y Gram - y algunos protozoos (coccidia y toxoplasma)	Sulfadimetoxina	1	BOV, CON, AVE	sol VO	(Sólo en monoterapia)		
			Sulfadimidina (sulfametazina)	4	BOV, CON, AVE, POR	pmz VO, pol VO	(Sólo en monoterapia)		
			Sulfatiazol	1	(Sólo en asociación)		Con neomicina	PER, GAT (en P&G sólo se usan sulfas en asociación)	

Acción farmacodinámica (*)		Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable de la EMA	
Bactericidas concentración-dependiente	B_{dep}	Cmax/Cmin y/o AUC/CIM muy altas	D USO CON PRUDENCIA
Bactericidas tiempo-dependiente	B_{dep}	t>CIM	C USO CON CAUTELA
Bacteriostáticos	b	AUCdep (el resto tiempo dependiente)	B USO RESTRINGIDO
			A EVITAR/NO USAR

Advertencia: Esta tabla es una simplificación práctica orientativa, en ningún caso intenta sustituir el criterio clínico.
 VET: uso veterinario; ME: medicamento esencial (Lista OMS); **negrita:** mayor nº especialidades, representativo del grupo; subrayado Lista medicamentos esenciales WSAVA para perros y gatos;
 (*) Lista medicamentos esenciales WAA&Brooke para animales de producción.

Tabla 1 (continuación)
Clasificación de los antibacterianos autorizados y comercializados de uso veterinario en España (incluye la *Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable* de la Agencia de Medicamentos Europea [EMA]).

Clasificación		Antibacterianos (principios activos)	No Esp autorizado	Especies de uso autorizado	Formas de uso y vías	Asociaciones	Especies de uso autorizado	Formas de uso y vías	
Mecanismo de acción	Grupo/mecanismo/diana	Familias o clases acción farmacodinámica (*)	Subgrupos o generaciones	Formas de uso y vías	Formas de uso y vías	Asociaciones	Especies de uso autorizado	Formas de uso y vías	
INHIBIDORES DE SÍNTESIS DE FOLATO Interfieren con la síntesis de tetrahidrofolato	Sulfonamidas potencidas Con diaminopirimidinas inhibidoras de la dihidrofolato reductasa (DHFR) b	Gram + y Gram - y algunos protozoos (coccidia y toxoplasma)	(*) Sulfadiazina + trimetoprima (cotrimazina) ^v	16	PER, GAT // BOV, EQU, OVI, POR, AVE, CON	-	pol VO, pmz VO, sol IM, sol IV, sol SC, pas VO, sol VO		
			(*) Sulfadoxina + trimetoprima (cotrimoxina) ^v	1	BOV, EQU, OVI, POR	-	sol IM, sol IV		
			(*) Sulfametoxazol + trimetoprima ^{ME} (cotrimoxazol) ^v	3	POR, AVE	-	sol VO		
INHIBICIÓN DE LOS ÁCIDOS NUCLEICOS (ADN Y ARN)	Nitroimidazoles B_{cldep}	Anaerobios estrictos Gram + y Gram - protozoos (tricomonas, giardiasis, amebiasis)	Sulfaquinoxalina + pirimetamina	1	AVEorn	-	sol VO		
			(*) Metronidazol ^{ME}	19	PER, GAT	com VO	Con espiramicina	PER, GAT	com VO
DAÑO EN ADN (Sólo en anaerobios)	Ansamicinas B_{cldep}	Rifamicinas Gram + (Staph, Strep spp.)		4	BOV	Con cefacefrilo	sol IU, pom IMA	BOV	com IMA

Acción farmacodinámica (*)		Categorización de antibióticos para un uso prudente y responsable de la EMA
Bactericidas concentración-dependiente B_{cldep}	Cmax/Cmin y/o AUC/CIM muy altas	D USO CON PRUDENCIA
Bactericidas tiempo-dependiente B_{cldep}	t > CIM	C USO CON CAUTELA
Bacteriostáticos	b AUCdep (el resto tiempo dependiente)	B USO RESTRICTO
		A EVITARNO USAR

Advertencia: Esta tabla es una simplificación práctica orientativa, en ningún caso intenta sustituir el criterio clínico.

VET: uso veterinario; ME: medicamento esencial (Lista OMS); **negrita:** mayor nº especialidades, representativo del grupo; subrayado Lista medicamentos esenciales WSAVA para perros y gatos;

(*) Lista medicamentos esenciales WVA&Brooke para animales de producción.

tienen autorizadas especialidades en asociación con otros medicamentos y 28 antibacterianos se presentan como principios activos únicos.

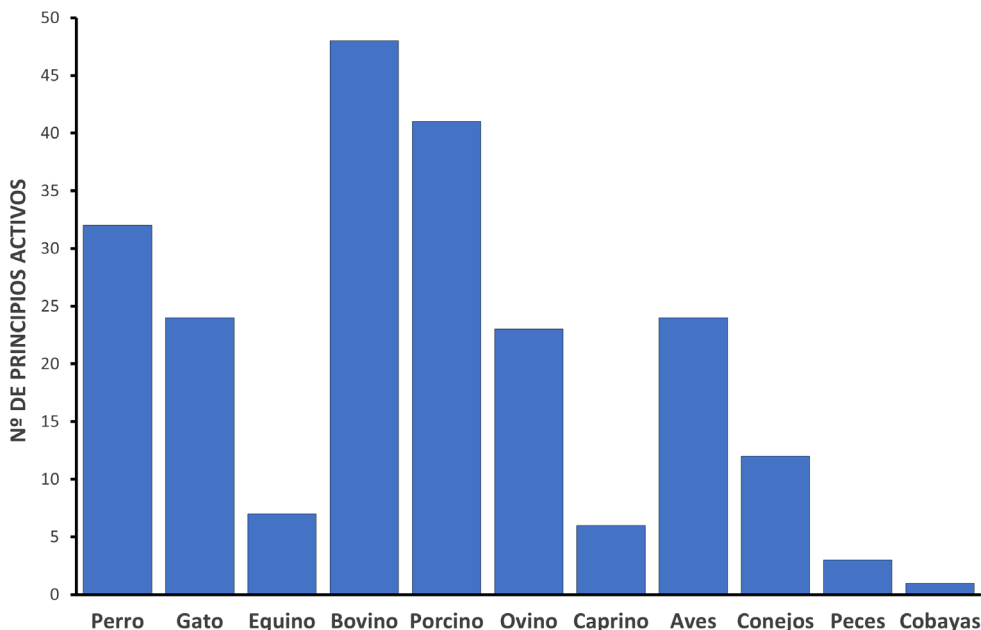
Para perros y gatos se dispone de 27 principios activos antibacterianos, de los que 7 son exclusivos (ácido fusídico, cefadroxilo, cefovecina, clindamicina, cloranfenicol, metronidazol y pradofloxacino) y no están autorizados para su uso en animales de producción. Para el resto de las especies animales, la mayoría animales de producción, se dispone de 54 principios activos antibacterianos.

En el caso de las especies de producción animal, en bovino, porcino y ovino se encuentran autorizadas

un mayor número de especialidades. Entre ellas, hay que destacar a penicilinas, tetraciclinas y macrólidos. En las especies de compañía, como perro y gato, destacan principalmente cefalosporinas, fluoroquinolonas y algunos macrólidos. La **FIGURA 1** muestra el número de principios activos autorizados para cada una de las 12 especies animales de uso autorizado.

En su conjunto, para las distintas especialidades de antibacterianos se encuentran en 11 formas farmacéuticas distintas (cápsulas, colirios, comprimidos, dispositivos intrarruminales de liberación continua, geles, granulados, polvos, pomadas, premezclas medicamentosas, soluciones y suspensiones) para su administración por 10 vías

Figura 1
Número de principios activos de antibacterianos según las diferentes especies de destino de uso autorizado.



Fuente: Elaboración propia.

de administración diferentes (cutánea, intramamaria, intramuscular, intrarruminal, intrauterina, intravenosa, oftálmica, oral, ótica y subcutánea) [TABLA 2].

La mayor parte de los principios activos descritos en la tabla se encuentran entre los beta-lactámicos, siendo especialmente penicilinas y cefalosporinas entre los que afectan a la síntesis de la pared celular. Los aminoglucósidos y los macrólidos son los grupos con más principios activos dentro de los inhibidores de la síntesis de proteínas, mientras que las fluoroquinolonas y las sulfonamidas simples y las potenciadas lo son en el grupo de los inhibidores de la síntesis de ácidos nucleicos [FIGURA 2A].

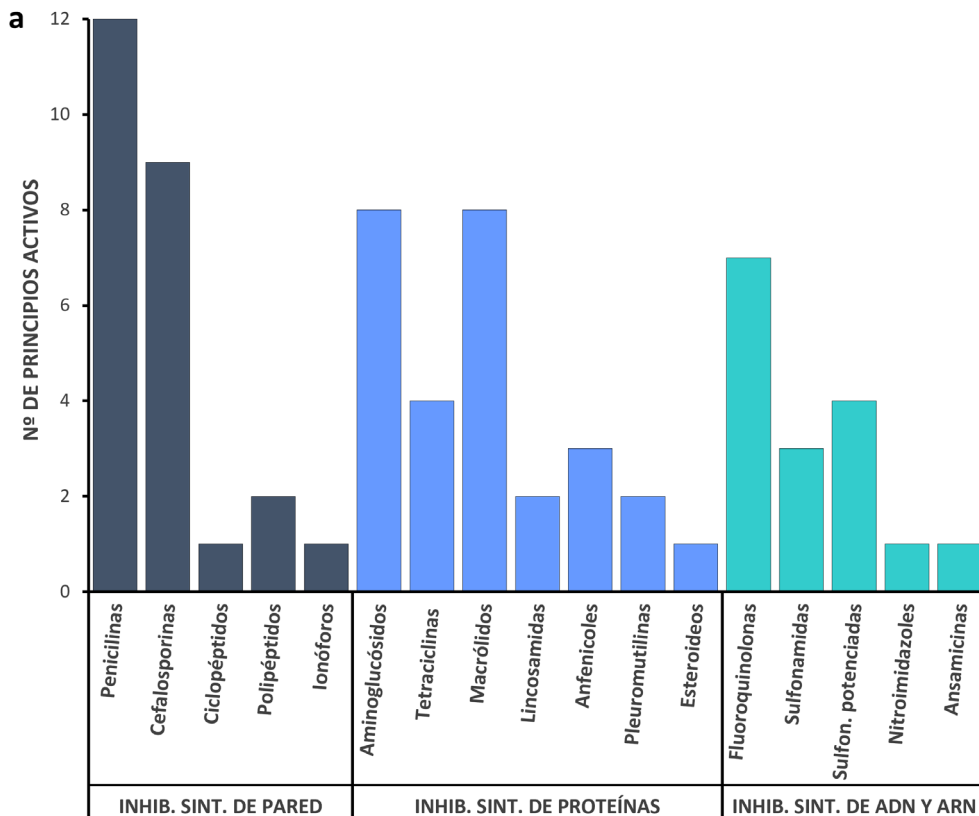
En relación con el número de especialidades disponibles por cada familia de antibacterianos de uso en veterinaria, las penicilinas encabezan la lista con una mayor cantidad y diversidad, con un total de 139 especialidades comerciales autorizadas. Les siguen de cerca las fluoroquinolonas, con 111 presentaciones disponibles, tetraciclinas con 110 y los macrólidos, ya con 89. Las cefalosporinas superan ligeramente a los aminoglucósidos, con 62 frente a 61 especialidades, respectivamente. Las lincosamidas destacan con 44 especialidades, seguidas por los anfenicoles con 42. Las pleuromutilinas ocupan el siguiente escalafón con 25, y, tras ellas, los polipéptidos, que cuentan con un total de 22 especialidades. Con menor número, se encuentran las sulfonamidas potenciadas, con 21 formas comerciales autorizadas, los nitroimidazoles, con 19, y las sulfonamidas, con 6. Las ansamicinas y los antibióticos esteroideos comparten el mismo número de formas comerciales, con tan solo 4, al igual que los ciclopéptidos y los ionóforos,

que cuentan con una única presentación cada uno [FIGURA 2B].

En relación con el uso prudente y responsable de los distintos antibacterianos acorde a la categorización de la EMA, la tabla recoge lo siguiente:

- Categoría D o de uso con prudencia (en color verde oscuro). Hay un total de 8 familias químicas a las que recurrir como primera elección en tratamientos de antibioterapia en animales, que incluyen: penicilinas (salvo las aminopenicilinas); ciclopéptidos; algunos aminoglucósidos como los aminociclitoles; tetraciclinas (excepto las glicilciclinas); antibióticos esteroideos; sulfonamidas; y sulfonamidas potenciadas y nitroimidazoles.
- Categoría C o de uso con cautela (en color verde claro). Con 9 familias de antibacterianos que incluyen: aminopenicilinas; cefalosporinas de 1ª y de 2ª generación; ionóforos; la mayor parte de aminoglucósidos; macrólidos; lincosamidas; anfenicoles; pleuromutilinas; y ansamicinas.
- Categoría B o de uso a restringir (en color ámbar). Con 3 familias de antibacterianos, que incluyen: cefalosporinas de 3ª y 4ª generación; polipéptidos; y fluoroquinolonas.
- Categoría A de uso no autorizado en animales (en color rojo). Con 8 familias de antibacterianos, que incluyen: algunas penicilinas (carboxipenicilinas, ureidopenicilinas); carbapenemes; monobactámicos; glucopéptidos; lipopéptidos; algunas tetraciclinas (glicilciclinas); estreptograminas; y oxazolidinonas.

Figura 2A
 Antibacterianos autorizados y comercializados en España. Número de principios activos.



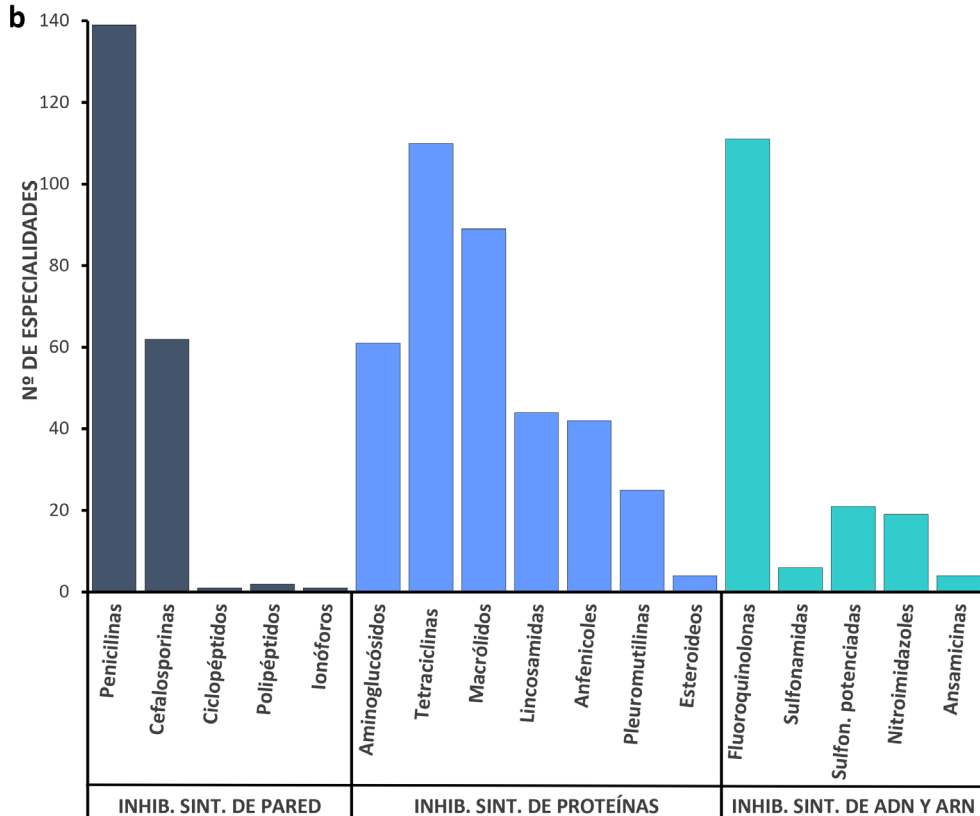
Fuente: Elaboración propia.

Entre los antibacterianos encuadrados en el grupo D, los beta-lactámicos constituyen los antibacterianos más numerosos para su uso en medicina veterinaria. De las 761 especialidades que recoge la tabla, 201 corresponden a los beta-lactámicos, de las cuales 139 son penicilinas y 62 son cefalosporinas. Este hecho responde a varias razones relacionadas con su eficacia, su amplio espectro de actividad, seguridad y versatilidad en términos de formulaciones y vías de administración (22). Los beta-lactámicos son efectivos con-

tra una amplia gama de bacterias Gram positivas (Gram+) y Gram negativas (Gram-), lo que los hace ideales para tratar diversas infecciones bacterianas en animales, causadas por patógenos comunes, tanto en especies de producción como de compañía. Además, se consideran seguros y presentan una baja toxicidad en comparación con otros grupos de antibióticos. Esto es particularmente importante en medicina veterinaria, donde la seguridad del animal tratado es crucial, pero también lo es la seguridad del consumidor final de los

Figura 2B

Antibacterianos autorizados y comercializados en España. Número de especialidades según su mecanismo principal de acción y agrupados según su familia o clase.



Fuente: Elaboración propia.

productos derivados. La baja incidencia de efectos adversos graves hace que esta familia sea una opción de primera línea en muchos tratamientos veterinarios. La disponibilidad de los beta-lactámicos en diversas formas farmacéuticas y vías de administración contribuye significativamente a su abundancia en la práctica. Están disponibles en formas inyectables, orales (comprimidos, suspensiones, polvos), intramamarias y en premezcla para administración en el agua o alimento, lo que facilita su uso en

diferentes especies animales y en diversas situaciones clínicas (23).

Esta versatilidad permite a los veterinarios adaptar el tratamiento a las necesidades específicas de cada animal y a las condiciones de manejo. A todo lo anterior se suma la evolución del desarrollo de nuevas generaciones de beta-lactámicos para hacerlos más resistentes a la acción de las beta-lactamasas, enzimas producidas por algunas bacterias que inactivan estos anti-

bióticos. Las cefalosporinas, por ejemplo, fueron diseñadas para superar dichas resistencias, ampliando todavía más el espectro de eficacia de los beta-lactámicos (24). En España no hay autorizada ninguna cefalosporina de 2ª generación y destaca la cefalexina de amplio uso en animales de compañía y en bovino. Las cefalosporinas de 3ª y 4ª generación son principios activos exclusivos de veterinaria y que no deben ser usadas como de primera línea, por lo que se incluyen en la categoría B.

Entre los antibióticos no lactámicos, los ciclopéptidos, como bacitracina-Zn, son utilizados en muchos países como promotores del crecimiento en la producción animal, mientras que en la Unión Europea este uso está prohibido. Se siguen requiriendo, no obstante, en algunas infecciones causadas por bacterias resistentes como *Staphylococcus aureus* resistentes a meticilina (SARM, del inglés MRSA) (25).

Por su parte, los ionóforos, como monensina (no categorizada por la EMA), son poco comunes, ya que se emplean principalmente para mejorar la eficiencia alimenticia en animales de producción y controlar las coccidiosis, con una estrecha ventana terapéutica y regulaciones estrictas que limitan su uso y comercialización según los países.

Los aminoglucósidos y las tetraciclinas son también ampliamente utilizados en la medicina veterinaria. Los aminoglucósidos, como gentamicina y neomicina, son muy eficaces contra bacterias Gram- y tienen acción bactericida rápida. Estas características son esenciales en infecciones graves que requieren intervención inmediata y, por ello, se sitúan en la categoría C, y no en la D (a la que sólo pertenece

la espectinomicina). Por otro lado, suelen ser tratamientos más económicos en comparación con otros antibacterianos, lo que facilita su uso. Las tetraciclinas, como la doxiciclina y la oxitetraciclina, son activas contra bacterias Gram+ y Gram-, así como frente a patógenos como rickettsias y micoplasmas. Por ello se consideran recursos valiosos para combatir infecciones diversas en muchas especies animales y cuentan con numerosas formas farmacéuticas (26). No obstante, ambos grupos presentan desafíos emergentes, ya que se están incrementando de manera rápida las resistencias bacterianas (24), junto a que los aminoglucósidos pueden causar nefrotoxicidad y ototoxicidad, mientras que las tetraciclinas pueden ocasionar alteraciones gastrointestinales y fotosensibilidad.

Los macrólidos, como eritromicina o tulatromicina (de uso exclusivo en veterinaria), con estructuras de 14, 15 ó 16 carbonos, cuentan con una gran variedad de formas y vías de administración, puesto que son un recurso muy fiable en medicina veterinaria por su amplio espectro de actividad, pues son efectivos contra muchas bacterias Gram+, algunas Gram-, micoplasmas y algunas rickettsias. Son conocidos por su gran capacidad de penetración en los tejidos diana, alcanzando altas concentraciones intracelulares, por lo que pueden actuar en infecciones profundas (27).

Las lincosamidas, como lincomicina, tienen un espectro de actividad restringido frente a bacterias Gram+ y algunos anaerobios. Son utilizadas principalmente en infecciones específicas, pero pueden tener efectos adversos indeseados, especialmente en especies de producción. Las resis-

tencias frente a lincosamidas se desarrollan rápidamente, lo que limita su efectividad (24).

Los anfenicoles son efectivos contra una amplia gama de bacterias Gram+ y Gram-, como algunas resistentes. Su primer representante, cloranfenicol, está ya prohibido en especies de animales destinadas al consumo humano por su potencial de causar aplasia medular, y sólo se usa en animales de compañía. El florfenicol, derivado del cloranfenicol, es más comúnmente utilizado, pero existen preocupaciones acerca de las resistencias bacterianas emergentes y de su perfil de seguridad (28). Por otra parte, las pleuromutilinas, como tiamulina y valnemulina de uso exclusivo veterinario, tienen un espectro de acción que incluye bacterias Gram+, algunas anaerobias y aerobias Gram-, así como micoplasmas. Su uso está estrictamente regulado, debido a los posibles residuos en productos alimenticios de origen animal (29). Macrólidos, lincosamidas, anfenicoles y pleuromutilinas se encuadran dentro de la categoría C.

Los antibióticos esteroideos, como el ácido fusídico, son escasos y presentan especificidad de acción sólo contra bacterias Gram+, con efectos secundarios relevante. Se suelen reservar para infecciones particulares a nivel tópico, donde otras opciones resultan insuficientes (30); por ello se incluye en la categoría D.

Las sulfonamidas, como el sulfametoxazol, son antibacterianos ya antiguos, pero aún importantes en la terapéutica veterinaria por su amplio espectro contra Gram+, Gram- y algunos protozoos. Sin embargo, no son tan populares por sus efectos secunda-

rios potenciales, como reacciones alérgicas y toxicidad renal (31). Por el contrario, las sulfonamidas potenciadas, al combinarse, cuentan con una sinergia que resulta en una actividad bacteriostática más potente, reduciendo la posibilidad de que aparezcan resistencias. Un ejemplo representativo de sulfonamida potenciada es la asociación entre sulfadiazina y trimetoprima (o cotrimazina). Todas ellas se encuentran en la categoría D.

Los nitroimidazoles, como el metronidazol, son importantes debido a su eficacia contra muchas bacterias anaerobias estrictas y algunos protozoos. El metronidazol es muy valorado debido a su capacidad de penetrar en los tejidos y alcanzar concentraciones terapéuticas en áreas difíciles de tratar, como abscesos o el sistema nervioso central, pero su uso autorizado está reservado a perros y gatos (26) y pertenece a la categoría D.

La rifaximina, única ansamicina autorizada en veterinaria, presenta actividad principalmente frente a Gram+ y algunas Gram-, incluidas algunas anaerobias, pero dado el rápido desarrollo de resistencias bacterianas se ha limitado su indicación sólo en bovinos. Está en la categoría C.

Además de su espectro de actividad, algunas familias de antibacterianos se ven limitadas en cuanto a la diversidad de sus formas farmacéuticas, de las vías de administración adecuadas o de su autorización para un uso veterinario.

Las cefalosporinas de 3ª y 4ª generación son de uso recomendado como antibacterianos de 2ª línea o escalón, al igual que las fluoroquinolonas y las

polimixinas. La OMS clasifica a estos grupos de antibacterianos como de importancia crítica y de máxima prioridad en medicina humana, lo que ha conllevado a una regulación estricta de su uso en animales (32). Por esta razón se encuentran en la categoría B según la categorización de la EMA. Las cefalosporinas son un grupo numeroso de alta importancia clínica en medicina humana y veterinaria. En particular, las cefalosporinas de 3ª y 4ª generación presentan un espectro ampliado especialmente frente a bacterias Gram-, y sus representantes autorizados son todos de uso exclusivo veterinario, destacando ceftiofur y cefquinoma, respectivamente.

Las fluoroquinolonas, como enrofloxacin y marbofloxacin, son bien valoradas en la medicina veterinaria por su amplio espectro de actividad, que incluye bacterias Gram-, Gram+ y micoplasmas. Presentan alta biodisponibilidad oral y la capacidad de penetrar en tejidos, y cuentan con una rápida acción bactericida, crucial en infecciones graves y sistémicas. Todos los principios activos disponibles son de uso exclusivo veterinario.

La variedad de polimixinas utilizadas en veterinaria es limitada. Los polipéptidos, como la colistina (polimixina E) y la polimixina B, son especialmente útiles en casos de resistencia a otros antibióticos, pero tienen efectos tóxicos tanto en el sistema renal como en el nervioso, por lo que se reservan para situaciones graves o en las que no hay otras alternativas disponibles (26). Destacar que se han establecido programas de reducción en determinadas especies animales ante la aparición de resistencias a colistina y a otros antibióticos (33).

DISCUSIÓN

La comparativa del número de principios activos autorizados para cada una de las diferentes especies de destino [Figura 2] muestra que existe un mayor número de ellas y con más especialidades para las especies de producción (71,11%) que para animales de compañía (28,89%), entre los que incluimos a perros y gatos, equinos y cobayas.

Esto se debe a una serie de distintos factores interrelacionados. En primer lugar, los animales de producción tienen una gran importancia económica, puesto que su estado sanitario impacta directamente en la producción de alimentos o derivados y de subproductos, como la lana o el cuero, por lo que es crucial evitar enfermedades que puedan ser causa de pérdidas económicas e implica una adecuada regulación para el uso prudente y responsable (8,34). Por ello, la investigación y desarrollo de nuevos antibacterianos en Veterinaria tiende a enfocarse más en especies animales con mayor importancia económica, buscando un mayor retorno de la inversión. Las prácticas veterinarias para animales de producción a menudo implican tratamientos profilácticos y metafilácticos que, en muchas ocasiones, se dirigen a grupos más o menos numerosos de animales, mientras que en animales de compañía se suelen tratar de una manera individualizada. Otro factor en producción animal es la necesidad de garantizar la seguridad alimentaria, dado el riesgo de transmisión de resistencias por bacterias zoonóticas presentes en animales o en sus productos derivados y que pueden comprometer un tratamiento eficaz de las enfermedades infecciosas en humanos (35).

Sin embargo, quedan aún muchas necesidades de nuevos antibacterianos o de optimización de su uso, como nuevas formas o vías de administración a las ya disponibles, como por ejemplo las detectadas por el grupo de trabajo transfronterizo con expertos de España, Francia y Portugal (36). Hay una diferencia significativa entre las vías de administración y las formas farmacéuticas disponibles para animales de compañía y para animales de producción. Analizando la tabla, se observa que, en el caso de estos últimos, las formas más frecuentes suelen ser aquellas que facilitan la administración a grandes grupos de animales, como las premezclas para añadirse al alimento, al agua o la leche. Esto se debe a la necesidad de tratamientos eficientes y de fácil administración en entornos de producción intensiva. En cuanto a las vías de administración, las más utilizadas suelen ser la vía oral, la intramuscular y la subcutánea, que permiten una administración rápida y efectiva en el manejo diario del ganado. Las vías parenterales, como las inyectables, suelen permitir una absorción más rápida y completa, alcanzando las concentraciones requeridas para eliminar los patógenos. Por otro lado, en el caso de los animales de compañía, las formas farmacéuticas y vías más comunes tienden a ser aquellas que permiten una dosificación precisa y cómoda de administrar en mascotas de manera individual, como comprimidos, cápsulas y suspensiones orales. En equinos también se opta por administraciones inyectables por vía intramuscular, intravenosa y subcutánea, debido al mayor tamaño del animal en comparación con el de perros y gatos, y a la mayor facilidad en los tratamientos en esta especie. Esta disparidad en las formas farmacéuticas y vías de adminis-

tración refleja las diferentes necesidades y contextos de tratamiento para los distintos tipos de animales, ya sea en entornos de producción intensiva o en el cuidado individual de mascotas en el ámbito clínico o doméstico, y que el veterinario, y en ocasiones los propietarios o cuidadores, tienen que saber manejar. Además, la elección de la vía puede tener un impacto en la selección de bacterias resistentes, no solo en la eficacia del tratamiento. Cuando los antibacterianos se administran oralmente, especialmente en premezclas medicamentosas para alimentos o de agua de bebida, hay una mayor probabilidad de que la concentración acumulada en el intestino de los animales sea subterapéutica, lo que puede favorecer la selección y proliferación de bacterias resistentes.

Hay animales, especialmente en tratamientos individualizados, que pueden contar con restricciones selectivas o específicas debido a su edad, sexo, raza, tamaño, valor económico y/o emocional o a particularidades fisiológicas o patológicas. También hay ciertas especies, como los peces que cuentan con menos especialidades comerciales autorizadas, puesto que deben ser específicas para el medio acuático, donde los patógenos difieren significativamente de los que afectan a animales terrestres. Asimismo, el uso de antibióticos en acuicultura plantea importantes preocupaciones ambientales, ya que los residuos pueden afectar a otras formas de vida acuática y contribuir al desarrollo de resistencias bacterianas (37). Por último, la especificidad de los patógenos que afectan a algunas especies puede conllevar una falta de respuesta a algunos de los antibacterianos más comunes usados en otros animales y a un limitado arsenal antibiótico.

Por otra parte, la Comisión Europea está elaborando una lista de antimicrobianos que no deben utilizarse en animales o pueden utilizarse con arreglo a determinadas condiciones al margen de lo establecido en su autorización de comercialización (38).

Las resistencias a los antimicrobianos es uno de los mayores retos a los que se enfrenta la salud pública en la actualidad y debe de afrontarse de una manera integrada y radical acorde al principio *One Health*. Entre las medidas transversales se encuentran las de reducir y promover un uso prudente de antibióticos en animales, reduciendo su impacto en alimentos y subproductos de origen animal y en el medio ambiente, potencial fuente de dispersión de resistencias a animales y humanos. Además, es importante considerar los factores socioeconómicos, tanto en medicina animal como humana, que condicionan la lucha contra las resistencias, así como también su impacto económico a nivel individual y en nuestros sistemas de salud, como más complicaciones médicas, el incremento del tiempo de hospitalización y de los costes de tratamiento (39).

Aparte de la utilidad de clasificar los antibacterianos disponibles en el arsenal terapéutico veterinario, la recopilación de toda esta información y su análisis ha permitido conocer más en detalle el uso en diferentes grupos de animales y disponer de una visión más amplia, facilitando el análisis de una ingente cantidad de información. Esta herramienta junto con otros informes como los datos de consumo y venta de antibacterianos de uso veterinario pueden ser de utilidad para establecer seguimientos o políticas de corrección para un mejor uso de estos medicamentos.

Esta clasificación y su análisis es fácilmente transponible a los antibacterianos disponibles y autorizados en otros países con sus recomendaciones de uso y especies de destino, y elaborar tablas con una información equivalente. Por otra parte, y no menos importante, creemos que la tabla supone una herramienta valiosa tanto en un uso clínico como en la docencia, puesto que permite acceder rápidamente a información esencial sobre los antibacterianos disponibles, su clasificación, sus mecanismos de acción, los principios activos autorizados y sus aplicaciones específicas. Para los estudiantes y los profesionales en formación continuada, una tabla categorizada es un recurso educativo de interés, facilitando la comprensión de las diferentes familias de antimicrobianos y su clasificación, lo que fomenta un aprendizaje más estructurado y sencillo, y que promueve el uso prudente y responsable de estos medicamentos, lo que puede ayudar a reducir el riesgo de desarrollo de resistencias. La tabla es un armazón donde poder incluir información adicional, como indicaciones clínicas o efectos adversos, pero se limitaron sus contenidos para una mejor legibilidad y facilidad de uso. Además, es necesario que la tabla sea revisada y actualizada al menos con una periodicidad anual para mantener su valor como herramienta de referencia.

Finalmente, esta tabla de antibacterianos, con su correspondiente clasificación e información adicional, puede contribuir a la mejora de una adecuada y prudente prescripción clínica, así como promover el aprendizaje y la enseñanza, pudiendo ser actualizada y adaptada con los antibacterianos disponibles de otros países y contribuir significativamente a la lucha contra las resistencias bacterianas en el ámbito veterinario en un contexto *One Health*. (40)

BIBLIOGRAFÍA

1. Bosch F, Rosich L. *The Contributions of Paul Ehrlich to Pharmacology: A Tribute on the Occasion of the Centenary of His Nobel Prize*. Pharmacology [Internet]. octubre de 2008 [consultado 3 de septiembre de 2024];82(3):171-179. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2790789/>
2. Hutchings MI, Truman AW, Wilkinson B. *Antibiotics: past, present and future*. Curr Opin Microbiol [Internet]. 1 de octubre de 2019 [consultado 3 de septiembre de 2024];51:72-80. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369527419300190>
3. Schwarz S, Chaslus-Dancla E. *Use of antimicrobials in veterinary medicine and mechanisms of resistance*. Vet Res. 2001;32(3-4):201-225.
4. Guardabassi L, Schwarz S, Lloyd DH. *Pet animals as reservoirs of antimicrobial-resistant bacteria: Review*. J Antimicrob Chemother [Internet]. 1 de agosto de 2004 [consultado 3 de septiembre de 2024];54(2):321-332. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/jac/dkh332>
5. Adedeji WA. *The treasure called antibiotics*. Ann Ib Postgrad Med [Internet]. diciembre de 2016 [consultado 3 de septiembre de 2024];14(2):56-57. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5354621/>
6. O'Neill J. *Tackling drug-resistant infections globally: Final report and recommendations*. United Kingdom: Wellcome Trust and HM Government; 2016. (Review on Antimicrobial Resistance).
7. Caneschi A, Bardhi A, Barbarossa A, Zaghini A. *The Use of Antibiotics and Antimicrobial Resistance in Veterinary Medicine, a Complex Phenomenon: A Narrative Review*. Antibiot Basel Switz. 1 de marzo de 2023;12(3):487.
8. Van Boeckel TP, Brower C, Gilbert M, Grenfell BT, Levin SA, Robinson TP et al. *Global trends in antimicrobial use in food animals*. Proc Natl Acad Sci USA. 5 de mayo de 2015;112(18):5649-5654.
9. Mulani MS, Kamble EE, Kumkar SN, Tawre MS, Pardesi KR. *Emerging Strategies to Combat ESKAPE Pathogens in the Era of Antimicrobial Resistance: A Review*. Front Microbiol [Internet]. 1 de abril de 2019 [consultado 3 de septiembre de 2024];10. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2019.00539/full>
10. Bengtsson B, Greko C. *Antibiotic resistance-consequences for animal health, welfare, and food production*. Ups J Med Sci [Internet]. 1 de mayo de 2014 [consultado 3 de septiembre de 2024];119(2):96-102. Disponible en: <https://doi.org/10.3109/03009734.2014.901445>
11. Jin M, Osman M, Green BA, Yang Y, Ahuja A, Lu Z et al. *Evidence for the transmission of antimicrobial resistant bacteria between humans and companion animals: A scoping review*. One Health Amst Neth. diciembre de 2023;17:100593.
12. Mughini-Gras L, Dorado-García A, Van Duijkeren E, Van den Bunt G, Dierikx CM, Bonten MJM et al. *Attributable sources of community-acquired carriage of Escherichia coli containing β -lactam antibiotic resistance genes: a population-based modelling study*. Lancet Planet Health [Internet]. 1 de agosto de 2019 [consultado 3 de septiembre de 2024];3(8):e357-369. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542519619301305>
13. Boxall ABA. *Veterinary Medicines and the Environment*. En: Cunningham F, Elliott J, Lees P, editores. *Comparative and Veterinary Pharmacology* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer; 2010 [consultado 3 de septiembre de 2024]. p. 291-314. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-642-10324-7_12
14. *Legislación sobre medicamentos veterinarios* [Internet]. Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. 2025 [consultado 16 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.aemps.gob.es/medicamentos-veterinarios/legislacion-sobre-medicamentos-veterinarios/>
15. Pitt SJ, Gunn A. *The One Health Concept*. Br J Biomed Sci [Internet]. 15 de febrero de 2024 [consultado 16 de septiembre de 2025];81:12366. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10902059/>
16. Collignon PJ, McEwen SA. *One Health-Its Importance in Helping to Better Control Antimicrobial Resistance*. Trop Med Infect Dis [Internet]. Marzo de 2019 [consultado 3 de septiembre de 2024];4(1):22. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2414-6366/4/1/22>
17. Organización Mundial de la Salud. *Resistencia a los antimicrobianos* [Internet]. [consultado 3 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
18. Organización Mundial de la Salud. *eEML - Electronic Essential*

- Medicines List* [Internet]. 2024 [consultado 3 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://list.essentialmeds.org/>
19. Steagall PV, Pelligand L, Page S, Granick JL, Allerton F, Beczkowski PM et al. *The 2023 World Small Animal Veterinary Association (WSAVA). J Small Anim Pract* [Internet]. 2023 [consultado 3 de septiembre de 2024];64(12):731-748. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jsap.13673>
20. *Essential Veterinary Medicines List - World Veterinary Association* [Internet]. 2023 [consultado 6 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://worldvet.org/evml/>, <https://worldvet.org/evml/>
21. European Medicines Agency. *Categorisation of antibiotics used in animals promotes responsible use to protect public and animal health* | European Medicines Agency (EMA) [Internet]. 2020 [consultado 3 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.ema.europa.eu/en/news/categorisation-antibiotics-used-animals-promotes-responsible-use-protect-public-and-animal-health>
22. Suárez C, Gudiol F. *Antibióticos betalactámicos*. *Enfermedades Infecc Microbiol Clínica* [Internet]. 1 de febrero de 2009 [consultado 4 de septiembre de 2024];27(2):116-129. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-antibioticos-betalactamicos-S0213005X08000323>
23. Papich M. *β -Lactam Antibiotics: Penicillins, Cephalosporins, and Related Drugs*. En: *Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. 10^o ed. John Wiley and Sons Inc.; 2018. p. 826-857.
24. Dowling P, Prescott JF, Baptiste KE. *Antimicrobial Therapy in Veterinary Medicine*. 2024. 688 p.
25. Ganesan N, Mishra B, Felix L, Mylonakis E. *Antimicrobial Peptides and Small Molecules Targeting the Cell Membrane of *Staphylococcus aureus**. *Microbiol Mol Biol Rev* [Internet]. 27 de abril de 2023 [consultado 4 de septiembre de 2024];87(2):e00037-22. Disponible en: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/mmlr.00037-22>
26. Riviere J, Papich M. *Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. 10^o ed. Hoboken, NJ: Wiley Blackwell; 2018.
27. Anadón A, Reeve-Johnson L. *Macrolide antibiotics, drug interactions and microsomal enzymes: implications for veterinary medicine*. *Res Vet Sci* [Internet]. 1 de junio de 1999 [consultado 4 de septiembre de 2024];66(3):197-203. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034528898902442>
28. Schwarz S, Kehrenberg C, Doublet B, Cloeckaert A. *Molecular basis of bacterial resistance to chloramphenicol and florfenicol*. *FEMS Microbiol Rev* [Internet]. noviembre de 2004 [consultado 4 de septiembre de 2024];28(5):519-542. Disponible en: <https://academic.oup.com/femsre/article-lookup/doi/10.1016/j.femsre.2004.04.001>
29. Van Duijkeren E, Greko C, Pringle M, Baptiste KE, Catry B, Jukes H et al. *Pleuromutilins: use in food-producing animals in the European Union, development of resistance and impact on human and animal health*. *J Antimicrob Chemother* [Internet]. 1 de agosto de 2014 [consultado 4 de septiembre de 2024];69(8):2022-2031. Disponible en: <https://academic.oup.com/jac/article-lookup/doi/10.1093/jac/ktk123>
30. Clark SM, Loeffler A, Bond R. *Susceptibility in vitro of canine methicillin-resistant and -susceptible staphylococcal isolates to fusidic acid, chlorhexidine and miconazole: opportunities for topical therapy of canine superficial pyoderma*. *J Antimicrob Chemother* [Internet]. Julio de 2015 [consultado 4 de septiembre de 2024];70(7):2048-2052. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4472327/>
31. Guardabassi L, Jensen LB, Kruse H, editores. *Guide to Antimicrobial Use in Animals* [Internet]. 1^o ed. Wiley; 2008 [consultado 4 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781444302639>
32. Organización Mundial de la Salud. *Lista OMS de antimicrobianos de importancia crítica para la medicina humana (lista OMS de AIC)*. 2019 [consultado 4 de septiembre de 2024]; Disponible en: <https://iris.who.int/handle/10665/325037>
33. *Programas de reducción en sanidad animal* | PRAN [Internet]. [Consultado 4 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.resistenciaantibioticos.es/es/lineas-de-accion/control/programas-de-reduccion-en-sanidad-animal>
34. Lhermie G, Wernli D, Jørgensen PS, Kenkel D, Lin Lawell CYC, Tauer LW et al. *Tradeoffs between resistance to antimicrobials in public health and their use in agriculture: Moving towards sustainability assessment*. *Ecol Econ* [Internet]. 1 de diciembre de 2019 [consultado 5 de septiembre de 2024];166:106427. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800918317622>
35. European Food Safety Authority (EFSA), European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). *The European Union Summary Report on Antimicrobial Resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2020/2021*. EFSA J [Internet]. 2023 [consultado 5 de septiembre de 2024].

2024];21(3):e07867. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2903/j.efs.2023.7867>

36. Plan Nacional frente a la Resistencia a los Antibióticos. *Jornada sobre medicamentos veterinarios: mejorando la disponibilidad de antimicrobianos y sus alternativas* | PRAN [Internet]. 2024 [consultado 5 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.resistenciaantibioticos.es/es/ eventos/jornada-sobre-medicamentos-veterinarios-mejorando-la-disponibilidad-de-antimicrobianos>

37. Schar D, Klein EY, Laxminarayan R, Gilbert M, Van Boeckel TP. *Global trends in antimicrobial use in aquaculture*. *Sci Rep* [Internet]. 14 de diciembre de 2020 [consultado 5 de septiembre de 2024];10(1):21878. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-78849-3>

38. European Commission - *Have your say* [Internet]. 2024 [consultado 6 de marzo de 2025]. European Commission - *Have your say*. Disponible en: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12613-Antimicrobianos-utilizados-en-animales-lista-de-sustancias-prohibidas-y-sustancias-autorizadas_es

39. *The socioeconomic drivers and impacts of Antimicrobial Resistance (AMR): Implications for policy and research* [Internet]. [Consultado 16 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://eurohealthobservatory.who.int/publications/i/the-socioeconomic-drivers-and-impacts-of-antimicrobial-resistance-amr-implications-for-policy-and-research>

Anexo I

Tabla de clasificación de los antibacterianos autorizados y comercializados de uso veterinario en España 2024.

GUÍA EXPLICATIVA

Esta TABLA DE CLASIFICACIÓN DE LOS ANTIBACTERIANOS AUTORIZADOS Y COMERCIALIZADOS DE USO VETERINARIO EN ESPAÑA 2024 recopila todos los principios activos en la categoría de antibacterianos que se encuentren autorizados y comercializados en España.

Para llevarlo a cabo se consultó la **base de datos CIMAVET¹** del Centro de Información del Medicamento Animal de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS), que incluye todos los medicamentos veterinarios autorizados en España y su finalidad es la de proporcionar información relativa a cada uno de ellos. La base de datos CIMAVET es de acceso libre² y ofrece distintas opciones de búsqueda según distintos criterios para consultar los principios activos. Además de la extensa relación de datos de cada medicamento, la aplicación ofrece acceso a su Ficha Técnica (o Resumen de las Características del Producto) y a los respectivos prospectos. Los datos recogidos están actualizados a la última fecha de consulta de la base de datos (23 de diciembre de 2024).

A partir de los datos recopilados de la base de datos de CIMAVET se diseñó y construyó una tabla con la ayuda del programa Excel (Microsoft Corp., WA, EE.UU.) que permite la visualización y el análisis de datos. La tabla está concebida para ser impresa en un tamaño de 600 x 700 mm o mayor para su colocación mural como póster o panel y que permita una correcta lectura y visualización.

La tabla se diseñó como una tabla de doble entrada de filas y columnas. En las filas se clasifican los antibacterianos en 3 grupos acorde a su mecanismo general de acción: **Inhiben la síntesis de la pared o la membrana celular; Inhiben la síntesis de proteínas o Inhiben los ácidos nucleicos (ADN y ARN).**

Para cada una de estas 3 categorías se agrupó la información en distintas columnas: **Clasificación; Antibacterianos; Número de especialidades (Nº ESP); Especies de uso autorizado; Formas y Vías; Asociaciones; Especies de uso autorizado (de las asociaciones); Formas y Vías (de las asociaciones)** que se describen a continuación.

CLASIFICACIÓN: La columna Clasificación se subdivide en 3 columnas: a) según grupo o mecanismo de acción/dianas de acción específicas (incluyendo una breve descripción aclaratoria), b) en función de su estructura química en familias o clases (incluye breve descripción sobre su espectro de actividad y su acción antibacteriana³ y c) subgrupos de cada clase o generaciones (incluye una breve descripción sobre su espectro de actividad y su acción antibacteriana, su nomenclatura, generaciones o subgrupos químicos).

ANTIBACTERIANOS: contiene todos los principios activos antibacterianos autorizados y comercializados con su denominación oficial en español según la AEMPS por orden alfabético. Se destacan los de uso exclusivo veterinario^(VET) y los incluidos en la Lista de Medicamentos Esenciales de la OMS^(ME), el principio activo representativo del grupo que cuenta con un mayor número de especialidades (**negrita**), los considerados como medicamentos esenciales para perros y gatos incluidos en la Lista de la Asociación Mundial de Veterinarios de Pequeños Animales (WSAVA) (**subrayados**) y los incluidos en la Lista de medicamentos esenciales veterinarios para animales de producción de la Asociación Veterinaria Mundial (WVA) y la ONG *Brooke Action for Working Horses and Donkeys* (Brooke)^(*). La tabla también incluye información específica sobre las distintas especies de uso autorizado para cada principio, así como sus formas farmacéuticas y sus vías de administración disponibles. Se detalla el número total de especialidades de algunos principios activos y las asociaciones autorizadas de estos.

1 Para más información y detalles sobre CIMAVET se puede consultar aquí: <https://cimavet.aemps.es/cimavet/publico/quees.html>

2 <https://cimavet.aemps.es/cimavet>

3 Bactericida: B (con acción tiempo-dependiente: B_{tiempo}; con acción concentración dependiente: B_{concentracion}). Bacteriostática: b (con acción área bajo la curva dependiente: b_{área}).

Anexo I (continuación)

Tabla de clasificación de los antibacterianos autorizados y comercializados de uso veterinario en España 2024.

Nº ESP: Número de especialidades farmacéuticas autorizadas y comercializadas de los correspondientes antibacterianos.

ESPECIES USO AUTORIZADO: Las especies animales abarcan tanto animales de compañía como aquellos criados para producción y especies exóticas. Los antimicrobianos autorizados se especifican para perros, gatos, bovinos, ovinos, caprinos, aves y aves ornamentales, porcinos, equinos, peces, conejos y cobayas. Las distintas especies de destino autorizadas se han abreviado con un código de tres letras. No se hace distinción de grupo etario, sexo o condición sanitaria, aunque en el caso de los bovinos y de los ovinos, sí se hace en función de su estado de gestación o de lactancia, como los bovinos en lactación o secado, o los ovinos en secado.

Las abreviaturas utilizadas en la tabla para las especies son las siguientes: AVE (aves), AVEornam (aves ornamentales), BOV (bovino), BOVLact (bovino en lactación), BOVsec (bovino en secado), CAP (caprino), COB (cobaya), CON (conejo), EQU (equino), GAT (gato), OVI (ovino), OVIsec (ovino en secado), PEC (peces), PER (perro), POR (porcino). Para identificar los principios activos autorizados para su uso en la clínica de pequeños animales (perro y gato), las abreviaturas PER y GAT se destacan en color rojo.

FORMAS Y VÍAS: Formas farmacéuticas y vías de administración de los principios activos. Las abreviaturas empleadas de las distintas formas farmacéuticas son las siguientes: cap (cápsula), col (colirio), com (comprimido), dIRc (dispositivo intrarruminal de liberación continua), dis (disolvente), gel (gel), gra (granulado), pas (pasta), pmz (premezcla), pol (polvo), pom (pomada), sol (solución), sus (suspensión). Las abreviaturas correspondientes a las vías de administración, en mayúsculas, son las siguientes: CU (cutánea), IM (intramuscular), IMA (intramamaria), IU (intrauterina), IV (intravenosa), OF (oftálmica), OT (ótica), SC (subcutánea), VO (oral).

ASOCIACIONES: Algunos principios activos se pueden combinar con otros para aumentar su espectro de acción, prevenir resistencias, reducir la toxicidad, tratar infecciones complejas o producir sinergias, aumentando así la eficacia de los fármacos. En la tabla se indican de manera explícita los posibles principios activos cuya asociación está autorizada.

ESPECIES DE USO AUTORIZADO (de las asociaciones): Incluye las especies animales autorizadas a las que se destinan las especialidades antibacterianas de dichas asociaciones.

FORMAS Y VÍAS (de las asociaciones): Incluye las vías de administración y formas farmacéuticas en las que se encuentran disponibles las distintas especialidades de las asociaciones de principios activos. Las abreviaturas son las mismas que en la columna VÍAS Y FORMAS (ver arriba).

FORMAS DE ADMINISTRACIÓN Y TIPOS DE FORMULACIÓN

(ordenados de menor a mayor impacto estimado en la resistencia a los antibióticos)

- Tratamiento individual local (p.ej., jeringa para administración intramamaria, gotas oftálmicas u óticas)
- Tratamiento individual parenteral (intravenoso, intramuscular, subcutáneo)
- Tratamiento individual oral (comprimidos, bolo oral)
- Medicación de grupo inyectable (metafilaxis)^(*)
- Medicación de grupo oral a través del agua/sustituto de la leche (metafilaxis)^(*)
- Medicación de grupo oral a través del pienso o premezclas (metafilaxis)^(*)

^(*) (sólo si está debidamente justificado)

Anexo I (continuación)

Tabla de clasificación de los antibacterianos autorizados y comercializados de uso veterinario en España 2024.

La EMA elaboró la **Clasificación de los antibióticos para uso en animales para un uso prudente y responsable**⁴. Esta clasificación incluye 4 categorías para una categorización de los antibacterianos en función del uso indicado para la prevención de resistencias. La tabla recoge también un código de colores para señalar de forma más destacada esta categorización para un uso prudente y responsable de los antibióticos acorde a la EMA. En la tabla, este código de colores se ha adaptado a uno de tipo “semáforo” para una mejor legibilidad y reconocimiento visual, incluyendo las mismas 4 categorías con las siguientes correspondencias de color:

- Categoría D: Uso con prudencia

Los antibacterianos en esta categoría están representados en color verde oscuro, y tienen un riesgo menor de inducir resistencias que afecten significativamente a la salud humana. Pueden ser utilizados en animales, pero siempre bajo el principio general de usar las dosis adecuadas durante el tiempo mínimo necesario.

- Categoría C: Uso con cautela

Estos antibacterianos están coloreados en verde claro. Son más críticos para la salud humana y su uso en veterinaria puede contribuir significativamente a las resistencias antibacterianas. Deben usarse con una mayor cautela y solo cuando no haya alternativa de antibacterianos adecuados disponibles en la categoría D.

- Categoría B: Uso restringido

Estos antibacterianos se representan en color ámbar y son considerados de alta importancia para la salud humana. Su uso en animales debe ser muy limitado y altamente controlado. Deben ser reservados para situaciones específicas donde no haya alternativas disponibles, siendo obligatoria una justificación detallada para su uso con un diagnóstico confirmado y, si es posible, la identificación del patógeno y su sensibilidad, y es necesaria la monitorización continua para evaluar la eficacia y la posible aparición de resistencias.

- Categoría A: Evitar/No usar

Esta última categoría, representada en color rojo, incluye fármacos de última línea o recurso para el tratamiento de infecciones humanas graves y resistentes o multirresistentes. Su uso en veterinaria está prohibido o altamente desaconsejado para preservar su eficacia en medicina humana. No deben ser usados en animales de granja en ninguna circunstancia. Se podrían usar en animales de compañía en situaciones excepcionales y justificadas.

Este código de colores relativo a la Categorización de la EMA se ha incluido al pie de la tabla para una mejor comprensión junto a una Leyenda aclaratoria de las abreviaturas utilizadas en la tabla.

Por último, la OMS define tres tipos de medicamentos que el sistema sanitario considera prioritarios y que deben ser identificados para llevar a cabo estrategias de reservorio:

- **Medicamentos esenciales:** son los medicamentos mínimos necesarios para un sistema básico de salud que se recogen en una lista de revisión bianual. La última revisión de la lista, realizada por la OMS en el año 2021, incluye 460 fármacos de todo tipo indicando las recomendaciones o restricciones de uso en humanos. La Asociación Mundial de Veterinarios de Pequeños Animales (WSAVA) tiene su propia lista de medicamentos esenciales, enfocada a diferencia de la de la OMS, al sector veterinario, específicamente para los que se dedican a la clínica de perros y gatos. Recientemente, se ha publicado la Lista de medicamentos esenciales veterinarios para animales de producción de la Asociación Veterinaria Mundial (WVA) y la ONG *Brooke Action for Working Horses and Donkeys* (Brooke). Proporciona una guía para los veterinarios sobre los medicamentos esenciales necesarios para el tratamiento y manejo de las enfermedades más comunes en estos animales.

4 <https://www.ema.europa.eu/en/news/categorisation-antibiotics-used-animals-promotes-responsible-use-protect-public-and-animal-health>

Anexo I (continuación)

Tabla de clasificación de los antibacterianos autorizados y comercializados de uso veterinario en España 2024.

- **Medicamentos críticos:** un subgrupo de los medicamentos esenciales para los que no deberían existir problemas de abastecimiento en el sistema sanitario.

- **Medicamentos estratégicos:** un subgrupo de los medicamentos críticos para los que se considera necesario adoptar medidas adicionales, bien regulatorias, económicas o de otra índole para garantizar su mantenimiento en el mercado tanto por su necesidad para la atención básica de la salud como por la vulnerabilidad de su cadena de suministro.

Además, se incluye al pie de la tabla la siguiente **ADVERTENCIA:** «ESTA TABLA ES UNA SIMPLIFICACIÓN PRÁCTICA ORIENTATIVA, EN NINGÚN CASO INTENTA SUSTITUIR EL CRITERIO CLÍNICO».

Anexo II

Clasificación y mecanismo de acción de los antibióticos (resumen).

CLASIFICACIÓN Y MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS ANTIBIÓTICOS (RESUMEN)

Inhibidores de la síntesis de la pared o membrana bacteriana

Beta-lactámicos

La primera categoría incluye todos aquellos antimicrobianos que se encargan de inhibir la síntesis de la pared o membrana bacteriana. De esta manera, se encuentran representadas familias químicas como los beta-lactámicos, un grupo fundamental de antibióticos en el que todos comparten una estructura química conocida como el anillo betalactámico. Constituyen un pilar fundamental en el arsenal terapéutico tanto en medicina humana como veterinaria debido a su amplia eficacia frente a una diversidad de microorganismos patógenos, su perfil de seguridad bien establecido y su disponibilidad en una variedad de formas farmacéuticas que facilitan su administración. Dentro de los beta-lactámicos, caben destacar dos subgrupos: las penicilinas y las cefalosporinas.

Las **penicilinas** son una herramienta de primera elección en numerosos casos, puesto que son los antimicrobianos más antiguos, y a día de hoy se continúa dependiendo de ellos para multitud de infecciones. Se clasifican según su espectro de actividad y su estabilidad frente a enzimas betalactamasas producidas por algunas bacterias. Ejemplos de penicilinas son la penicilina G, la ampicilina y la amoxicilina, siendo esta última el principio activo más comercializado, y son utilizadas tanto para afrontar infecciones causadas por bacterias Gram+ como para algunas Gram-.

Otro grupo de beta-lactámicos son las **cefalosporinas**, divididas en cuatro generaciones en función de su espectro de actividad y de su resistencia, al igual que las penicilinas, a las enzimas betalactamasas. Las cefalosporinas de primera generación suelen ser efectivas contra bacterias Gram+, mientras que las de segunda y tercera generación se desarrollaron posteriormente, para que también lo fueran contra Gram-. Representantes de este subgrupo son la cefalexina (primera generación), la ceftiofur (tercera generación) y el ceftiofoma (cuarta generación).

Además, dentro del grupo químico de los beta-lactámicos, se encuentran los carbapenemes y los monobactámicos, pero no cuentan con principios activos permitidos en la medicina veterinaria, por lo que no se incluyen dentro de la tabla.

No lactámicos

Los inhibidores de la membrana celular no lactámicos son una clase de antibióticos que pueden actuar al igual que los beta-lactámicos, alterando la síntesis de la pared celular, o pueden directamente afectar a la permeabilidad de la membrana de la bacteria.

- Alteran síntesis de la pared celular

Los **ciclopéptidos**, aunque realmente son polipéptidos cíclicos, están separados de estos últimos debido a que su mecanismo de acción es diferente. Son especialmente efectivos contra bacterias Gram +. Los más comúnmente utilizados en veterinaria son la vancomicina y la colistina.

Los **glucopéptidos** también serían representantes de esta categoría, pero no están autorizados en la veterinaria actualmente.

Alteran permeabilidad de la membrana bacteriana.

Anexo II (continuación)

Clasificación y mecanismo de acción de los antibióticos (resumen).

Este es el mecanismo de acción de los **polipéptidos**, siendo el mayor ejemplo por ser el principio activo más conocido y utilizado en medicina veterinaria dentro de esta subcategoría la bacitracina, que tiene actividad contra bacterias Gram +, incluyendo estafilococos y estreptococos. La colistina, o polimixina E, también se puede considerar un polipéptido debido a su estructura química.

Cabe destacar a los **ionóforos**, que también forman parte de esta familia química, modificando el metabolismo y la supervivencia de las bacterias. En la tabla se indica tan solo el uso de monensina, aunque hay algunos otros permitidos, como el lasalocid. Estos medicamentos se administran principalmente a través del alimento o el agua de bebida de los animales.

Inhibidores de la síntesis de proteínas

La segunda categoría incluye todas aquellas clases que actúan inhibiendo la síntesis de proteínas, que pueden interferir sobre la subunidad 30S de los ribosomas bacterianos, o sobre las 50S. Los ribosomas son estructuras esenciales para la síntesis de proteínas en todas las células. Las bacterias cuentan con ambos ribosomas, para formar un ribosoma funcional 70S durante la síntesis.

Unión a ribosomas 30S

Los antimicrobianos que se unen a los ribosomas 30S se unen a la estructura y alteran su función, interfiriendo con la iniciación de la síntesis de proteínas y provocando errores en la traducción del ARN mensajero, lo que conduce a la producción de proteínas defectuosas y a la muerte celular.

Se encuentran dos grandes grupos: los aminoglucósidos y las tetraciclinas.

Los aminoglucósidos son ampliamente utilizados en veterinaria, y son eficientes para combatir bacterias Gram- y algunas Gram+. Ejemplos de aminoglucósidos son herramientas tan comunes como la estreptomina, la gentamicina, la amikacina o la neomicina.

Las tetraciclinas son, por otro lado, efectivos tanto para Gram+ como para Gram-, así como contra ciertos microorganismos intracelulares como *Chlamydia* y *Rickettsia*. Algunos antibióticos de este tipo ampliamente utilizados en veterinaria son la doxiciclina o la oxitetraciclina.

Unión a ribosomas 50S

Por otro lado, los antibióticos que afectan a la subunidad 50S se unen al ribosoma y bloquean la elongación de la cadena polipeptídica durante la síntesis, lo que impide que se agreguen nuevos aminoácidos, interrumpiendo así el proceso. Dentro de los antimicrobianos que interfieren con las subunidades bacterianas 50S, se encuentran macrólidos, lincosamidas, anfenicoles, pleuromutilinas, y antibióticos esteroideos. Tanto estreptograminas como oxazoladionas formarían parte de esta clase, pero ninguno está permitido en la clínica veterinaria.

Los macrólidos se utilizan para infecciones causadas por bacterias Gram+, algunas Gram- y algunos microorganismos intracelulares. También como tratamiento contra enfermedades vectoriales. Se caracterizan por su estructura química de anillo macrocíclico. Asimismo, se clasifican según el número de carbonos con los que cuenta este anillo, entre 14 y 16, y dentro de estos grupos, se utilizan en veterinaria la eritromicina, la claritromicina, la azitromicina y tilmicosina.

Las lincosamidas son antibióticos que se utilizan contra bacterias Gram+ y algunas anaerobias, siendo el principal representante la clindamicina. Son efectivas contra bacterias Gram+ y algunas anaerobias, siendo un tratamiento común para infecciones cutáneas y periodontales en animales.

Anexo II (continuación)

Clasificación y mecanismo de acción de los antibióticos (resumen).

Los anfenicoles son efectivos contra una amplia gama de bacterias Gram - y Gram +, incluyendo muchas anaerobias y algunas bacterias intracelulares. Son particularmente útiles contra patógenos que causan infecciones respiratorias, gastrointestinales y sistémicas. Los representantes más importantes son el cloranfenicol y el florfenicol.

Las pleuromutilinas tienen especial vitalidad en cerdos, y también son eficaces contra varias bacterias Gram - y Gram +. Tienen efecto contra micoplasmas y algunos organismos anaerobios. Algunos recursos integrados en este grupo son la tiamulina y la valnemulina.

Por último, dentro de esta segunda categoría se encontrarían los antibióticos esteroideos, denominados así puesto que comparten una estructura similar con los esteroides. Este grupo de antibióticos es raro y tiene pocos ejemplos bien conocidos o ampliamente utilizados.

Inhibidores de los ácidos nucleicos

La última gran categoría definida en la tabla es la de inhibidores de ácidos nucleicos, tanto ADN como ARN, interfiriendo con la síntesis, replicación y transcripción, mediante varios mecanismos de acción:

Inhibidores de ADN topoisomerasas

Inhiben las ADN girasas o topoisomerasas II, y las topoisomerasas IV. Estas enzimas son esenciales para la replicación y transcripción del ADN bacteriano, lo que provoca roturas y, en última instancia, muerte bacteriana. Dentro de este grupo se encuentran las fluoroquinolonas, como el enrofloxacin, que es el principio activo más representativo, y marbofloxacin. Estos fármacos se encuentran en múltiples formas, como comprimidos, soluciones inyectables y soluciones orales.

Inhibidores de la síntesis de ácido fólico Las sulfonamidas inhiben la dihidropteroato sintasa, que es crucial en la vía de síntesis de ácido fólico, necesario para la síntesis de nucleótidos y, por tanto, para la replicación del ADN. Algunas sulfonamidas son la sulfamidina, que en este caso es el que más especialidades presenta, la sulfadimetoxina y el sulfatiazol. Se utilizan en bovinos, conejos y aves, administrados principalmente en forma de solución oral.

Las sulfonamidas potenciadas con diaminopirimidinas son combinaciones que inhiben la dihidrofolato reductasa, una enzima posterior en la misma vía de síntesis de ácido fólico, bloqueando de manera efectiva la síntesis de tetrahidrofolato y, con ello, la replicación del ADN. Algunos ejemplos son la sulfadiazina + trimetoprima, la sulfadimetoxina + trimetoprima o el sulfametoxazol + trimetoprima. Son especialidades de amplio espectro de uso en perros, gatos, bovinos, equinos, ovinos, porcinos y aves, y se presenta en formas como polvo oral, soluciones inyectables y pastas orales.

Producen daño directo al ADN

Incluyen agentes reductores de nitro, que se activan en el interior de la célula bacteriana bajo condiciones anaeróbicas, y generan radicales libres que dañan directamente el ADN provocando la rotura de las cadenas del mismo. Los nitroimidazoles, como el metronidazol, son representantes de este grupo. El metronidazol es principalmente usado en perros y gatos, y está disponible en comprimidos y como solución oral.

Inhibidores de la ARN polimerasa

Bloquean la síntesis de ARN mensajero y, por ende, la producción de proteínas esenciales para la bacteria, mediante la inhibición de la ARN polimerasa dependiente de ADN. Las ansamicinas, como la rifaximina, actúan mediante este mecanismo, y son principalmente usadas en bóvidos en solución intrauterina o pomada intramamaria.

Anexo II (continuación)

Clasificación y mecanismo de acción de los antibióticos (resumen).

Los antibióticos también se pueden clasificar en función de su **relación farmacodinámica** entre la concentración y el tiempo necesario para lograr una eficacia terapéutica óptima. Esta clasificación se indica en la tabla y se expresa de la siguiente manera, incluyendo tres tipos principales: los antibióticos concentración-dependientes ($b_{C_{dep}}$), los tiempo-dependientes ($b_{t_{dep}}$), y aquellos con efecto post-antibiótico prolongado.

La primera de estas categorías, la de fármacos concentración-dependientes, significa que la eficacia de dichos medicamentos está directamente ligada a la concentración máxima (C_{max}) alcanzada en el sitio de la infección, es decir, que estos antibióticos son más efectivos cuando sus niveles en plasma exceden varias veces la concentración mínima inhibitoria (CMI) del patógeno. Un aspecto crítico de esta clase es el índice C_{max}/CMI , el cual debe ser alto para optimizar de tal manera la eliminación bacteriana. Se utilizan, entonces, dosis elevadas a intervalos más largos (Mouton *et al.*, 2018)¹. Son los aminoglucósidos, las fluoroquinolonas, los nitroimidazoles y las ansamicinas.

En oposición, los antibióticos tiempo-dependientes son aquellos cuya eficacia depende del tiempo durante el cual la concentración del fármaco se mantiene por encima de la CMI del microorganismo. Para estos antibióticos, por tanto, es crucial que la concentración plasmática se mantenga por encima de la CMI durante la mayor parte del intervalo de dosificación, por lo que se suelen administrar en dosis frecuentes o mediante infusión continua para asegurar que la exposición bacteriana al antibiótico sea prolongada y constante (Craig, 2014)². Son las penicilinas, las cefalosporinas,

Por último, en cuanto a los antibióticos con efecto post-antibiótico (EPA) prolongado, se produce un fenómeno por el cual las bacterias permanecen inhibidas en su crecimiento incluso después de que los niveles del fármaco caigan por debajo de la CMI. Este efecto permite una mayor flexibilidad a la hora de dosificar. Por lo tanto, se administrarán dosis menos frecuentes sin que ello conlleve una menor eficacia, ya que la supresión bacteriana continúa más allá del período de exposición directa al antibiótico (Pankey & Sabath, 2019)³. Son las tetraciclinas, los macrólidos, las lincosamidas, los anfenicoles, las sulfonamidas y las sulfonamidas potenciadas.

RESUMEN

La Tabla recoge la información actualizada de todos los principios activos antibacterianos autorizados y comercializados para uso veterinario en España en un formato mural que permite una consulta rápida de las características representativas de cada antibacteriano. Incluye su categorización para promover un uso prudente y responsable tanto para su uso en la práctica clínica como en la docencia y en la formación continua de estudiantes y veterinario para identificar la mejor opción contribuyendo a la reducción del impacto de las resistencias bacterianas en animales y humanos.

A partir de la tabla el análisis ha permitido identificar que existe una mayor cantidad de principios activos antibacterianos para animales de producción que para las especies domésticas. Las clases principales y con mayor número de especialidades son beta-lactámicos (penicilinas y cefalosporinas), aminoglucósidos, macrólidos y fluoroquinolonas.

Cefalosporinas de 3ª y 4ª generación y fluoroquinolonas, cuyos principios activos disponibles son todos de uso exclusivo veterinario, se encuentran encuadradas en el grupo B para un uso prudente, lo que se traduce en que no deben ser empleadas como tratamiento de 1ª línea al estar restringido su uso por ser de importancia crítica en medicina humana como consecuencia del creciente problema de las resistencias en bacterias.

1 Mouton JW, Theuretzbacher U, Craig WA, Tulkens PM, Derendorf H, Cars O. (2018). *Tissue concentrations: Do we ever learn?* Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 61(2), 235-237.

2 Craig WA. *Editorial commentary: Are blood concentrations enough for establishing pharmacokinetic/pharmacodynamic relationships?* Clin Infect Dis. 2014 Apr;58(8):1084-1085.

3 Pankey GA, Sabath LD. (2019). *Clinical relevance of bacteriostatic versus bactericidal mechanisms of action in the treatment of Gram-positive bacterial infections.* Clinical Infectious Diseases, 38(6), 864-870.