

Evaluación de la administración de medicamentos veterinarios en hatos lecheros de quince municipios de Cundinamarca, Colombia

Evaluation of veterinary drug stewardship in dairy herds of fifteen municipalities from Cundinamarca, Colombia

Edisson Y. Pulido-Delgado, Víctor M. Acero-Plazas,
Diana M. Gil-Tibocha y Nelson E. Arenas-Suárez

Recibido 6 abril 2022 / Enviado para modificación 28 junio 2022 / Aceptado 30 junio 2022

RESUMEN

Objetivo Evaluar el conocimiento en el uso de Medicamentos de Uso Veterinario (MUV) de los productores ganaderos y personal involucrado en Bogotá y municipios aledaños.

Métodos Se realizó un estudio de corte transversal a través de entrevistas a operarios y productores ganaderos de una muestra de 30 hatos lecheros localizados en 15 municipios cerca de Bogotá, Cundinamarca.

Resultados Se identificó la implementación de prácticas para la administración de MUV, incluyendo parámetros que influyen su administración y conocimientos en las personas que los prescriben y administran. Se encontró que los medicamentos de mayor frecuencia fueron los antimicrobianos con 60,7%, entre los cuales se destaca el uso de penicilina y oxitetraciclina. Los MUV inyectables (parenterales) fueron las formas más frecuentes de aplicación con un 64,7%. Se identificaron 251 MUV en los hatos lecheros, de los cuales el 81,3% están compuestos por principios activos que requieren tiempo de retiro en leche y carne. Se destaca el rol del mayordomo en el cuidado animal a nivel diagnóstico y administración del tratamiento.

Conclusión El presente estudio sugiere que el uso de MUV es implementado empíricamente en producciones lecheras y podría contribuir a mediano y largo plazo a la emergencia de cepas con resistencia a MUV.

Palabras Clave: Programas de optimización del uso de los antimicrobianos; resistencia a medicamentos; drogas veterinarias; inocuidad de los alimentos (*fuente: DeCS, BIREME*).

ABSTRACT

Objective To evaluate the knowledge in the antibiotic stewardship practices in livestock producers and associated staff from Bogotá and neighboring municipalities.

Methods A cross-sectional study was performed through interviews for livestock producers and staff in a sample of 30 dairy farms located in 15 municipalities near Bogotá, Cundinamarca. We evaluated practice administration of veterinary drugs and knowledge in antibiotic stewardship by farm livestock managers in charge who prescribe and administer veterinary drugs.

Results The most common veterinary drugs were antimicrobials with 60.7% such as penicillin and oxytetracycline. The injectable veterinary drugs (parenteral) were the most frequently used with 64.7%. We identified 251 veterinary drugs in the dairy farms where 81.3% of active compounds require withdrawal time in the milk and meat. The butler role in animal care was highlighted at diagnostic level and treatment compliance. **Conclusion** This study suggests that recommendations for veterinary drug stewardship remain empirically implemented in dairy farms which might lead to the future emergence of multidrug-resistant strains in the long and middle term.

EP: MDV. M. Sc. Ciencias-Farmacología. Comercializadora Nacional Agroveterinaria de Colombia. Veterinarios Especialistas en pequeños animales. Bogotá, Colombia. epdmveterinario@gmail.com
VA: MDV. M. Sc. Salud Pública. Asociación Nacional de Médicos Veterinarios de Colombia (AMEVEC). Docente, Fundación Universitaria Agraria de Colombia (Uniagraria). Grupo de Gestión del Riesgo y Asesoría Veterinaria en Emergencias y Desastres. Bogotá, Colombia. sepulvic@hotmail.com
DG: MDV. Asociación Nacional de Médicos Veterinarios de Colombia. Medellín, Colombia. dgil16@unisalle.edu.co
NA: LC. M. Sc. Ciencias-Bioquímica. Ph. D. Bioquímica y Biología Molecular. Facultad de Ciencias, Universidad Antonio Nariño. Bogotá, Colombia. narenas69@uan.edu.co

Key Words: Antibiotic stewardship; drug resistance ungal; veterinary drugs; food safety (source: MeSH, NLM).

La administración de la terapia farmacológica en el animal debe partir de un ejercicio profesional del médico veterinario, idealmente basado en criterios clínicos y aspectos epidemiológicos de la enfermedad, sumado a un análisis de los riesgos para la salud pública de la terapia antimicrobiana (1). Posiblemente, una de las fallas en la administración de antibióticos en medicina veterinaria se puede ver en la presencia de trazas en carne y leche y la emergencia de cepas bacterianas con resistencia a antibióticos que incluso pueden comprometer la seguridad alimentaria (2).

En Colombia, el uso de medicamentos de uso veterinario (MUV), incluyendo antibióticos, es influido por factores como conocimiento empírico del efecto antimicrobiano, casos exitosos entre los productores pecuarios sin confirmar el diagnóstico microbiológico, limitado control en la comercialización de los MUV, prescripción de medicamentos de amplio espectro por algunos médicos veterinarios, bajo nivel educativo de las personas encargadas del manejo de los animales y administración por los propios productores ganaderos sin algún criterio técnico (3).

Una gran preocupación respecto al uso inadecuado de antibióticos en producción animal es la selección de patógenos con resistencia extendida a los antibióticos y la transmisión hacia la población general por el consumo de alimentos de origen animal en granjas donde no se tienen buenas prácticas en el uso de MUV (4,5). Consistentemente, la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por su sigla en inglés), han orientado recomendaciones en la administración de antibióticos para los productores de alimentos a través de una clasificación que incluye antimicrobianos de importancia crítica, la cual designa compuestos como medicamento importantes si tienen indicaciones en humanos o animales (6).

Una forma efectiva de reducir el riesgo de la resistencia a antibióticos es disminuir el uso de estos MUV durante la producción animal. Sin embargo, la implementación de medidas preventivas de bioseguridad y la mitigación de enfermedades pueden presentar un costo-beneficio para la producción que son contempladas en las Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) (7). En sistemas de producción avícolas, porcícolas y ganaderos de Colombia, se usan rutinariamente de una

serie de MUV contra diferentes infecciones respiratorias y mastitis, las cuales han generado la emergencia de patógenos con resistencia extendida a antibióticos (8-10). Nuestra hipótesis se basa en que la oportunidad a los antibióticos por parte de los productores y la falta de asesoría profesional influye en la aplicación de tratamientos inapropiados por los productores ganaderos. Así, nuestro propósito fue evaluar el uso de MUV en producciones lecheras localizadas en la Sabana de Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se realizó un estudio descriptivo observacional en el departamento de Cundinamarca, en 30 hatos lecheros localizados en los municipios de Mosquera, Tenjo, Madrid, Guasca, Funza, Sopo, Ubaté, San Francisco, Cogua, Soacha, Facatativá, Sibaté, Chocontá, Tocancipá y Chía (n=15 municipios). Estos municipios están localizados en cercanía con la ciudad de Bogotá y abastecen el mercado local de lácteos y derivados.

Formularios de recolección de información acerca del uso de MUV

Se utilizó un formato de recolección de datos, registrando como variables clínicas los principales signos y síntomas que manifiestan las vacas en los hatos lecheros y el manejo y tratamiento de los signos y síntomas. Específicamente, los principales signos y síntomas que se preguntan en el formato de recolección de datos fueron determinados bajo el criterio profesional y experiencia de los médicos veterinarios del Consejo Nacional de la Calidad de la Leche y Prevención de Mastitis (CNLM) de Colombia. Además, las variables farmacológicas fueron obtención de medicamentos con prescripción veterinaria, vía de administración, persona que lo aplica, forma farmacéutica, almacenamiento y tiempo de retiro. Se diseñaron formatos diseñados para evaluar venta, expedición, uso, manejo y administración de los medicamentos veterinarios por parte de los vendedores, administradores, técnicos y profesionales de la cadena productiva lechera. Adicionalmente, sirvió de herramienta para el análisis del uso correcto de medicamentos aplicados a los pacientes (vacas lecheras) y su importancia en la obtención del producto final (leche o derivados) como alimento inocuo y saludable para el consumo humano.

Crterios de inclusión y exclusión

En el estudio se consideraron como criterios de inclusión: fincas y hatos lecheros del departamento de Cundinamarca en común acuerdo en conjunto con el CNLM de Colombia. Se excluyeron fincas de doble propósito (producción de leche y carne) y fincas con planes terapéuticos alternativos como productos naturales, homeopáticos, etc.

Análisis estadístico

Se recolectaron los valores de las variables en frecuencias absolutas y fueron almacenados en una base de datos en el programa Excel (Microsoft Office® 2017). Las variables cualitativas y cuantitativas que tenían una distribución normal fueron media aritmética, frecuencia absoluta y/o porcentaje. Las figuras fueron analizadas en el programa GraphPad-Prism® (versión 9).

Aspectos bioéticos

El presente trabajo se realizó siguiendo las recomendaciones para la recolección y manejo de la información de acuerdo con los principios de confidencialidad y reserva que indica la Declaración de Helsinki.

RESULTADOS

Caracterización educativa y ocupacional del personal responsable de los hatos lecheros

La edad promedio del personal a cargo fue de 38 años y el promedio de tiempo de experiencia fue de 17 años (n=30). En cuanto al nivel educativo del personal responsable de los hatos lecheros, incluyendo las personas involucradas en la manipulación y aplicación de los medicamentos, el mayor porcentaje de personas presentó un nivel básico de educación primaria (53%) y el nivel menor de educación fue técnico-tecnólogo (17%) (Tabla 1). Según la ocupación o profesión del personal entrevistado, el mayordomo predominó con un 73% (22 hatos) sobre las demás ocupaciones o profesiones encargadas del manejo terapéutico de los animales en los hatos lecheros. Además, se encontró que el personal con profesión médico veterinario fue del 13,3% (reportado en 4 hatos) y que se encargan de supervisar la administración de los medicamentos en los hatos (Tabla 1).

Los mayordomos frecuentemente pueden identificar claudicaciones (cojeras) e infecciones gastroentéricas con síntomas como diarreas y los veterinarios participan en el diagnóstico de infecciones respiratorias, metritis y piómetras (Figura 1).

Los mayordomos también tienen un rol fundamental en la administración de los tratamientos y cuidados de los animales en caso de infecciones respiratorias y gastroentéricas, mastitis, claudicaciones y metritis y piómetras (Figura 2).

Clases de MUV utilizados en los hatos lecheros

Se encontraron diferentes clases de MUV según las opciones terapéuticas requeridas en los hatos lecheros, acordes a la clasificación del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Las clases de medicamentos fueron extraídas del registro de los 251 medicamentos totales, en el que los antimicrobianos fueron el MUV de mayor uso (60,7%) para el tratamiento de mastitis, metritis piómetras, claudicaciones, cuadros digestivos y respiratorios. Le siguen los antimastóticos, que también tienen antimicrobianos, con un 6,3%; luego están los hormonales, con un 5,2%. Las demás clases de MUV representaron un porcentaje mínimo (Tabla 1).

De los medicamentos mencionados por los entrevistados, en un 2,4% no se encontró información farmacológica y terapéutica debido a la precaria información suministrada por estos. Los entrevistados declararon implementación de cremas caseras, baños intrauterinos con medicamentos de aplicación inyectable no indicados para esto, algunos casos de posología oral (carbón de madera), medicamentos no registrados (denominados por las autoridades como contrabando) en un 4,4%, teniendo en cuenta que no están autorizados por el ICA.

En el caso de los antimicrobianos, se encontró que las penicilinas son el grupo más utilizado (20%), entre ellos, principios activos como amoxicilina y penicilina benzatínica-procaínica; siguen las cefalosporinas con ceftiofur-sódico y macrólidos como la tilosina-tartrato con un 17%. El registro total representa un 54% de los antimicrobianos más utilizados en tratamientos en los hatos lecheros. Las hormonas ocupan el 5,2% del total de medicamentos utilizados, de las cuales el 62% corresponde al cloprostenol-sódico (prostaglandina). Respecto a las presentaciones farmacéuticas de los MUV utilizadas en los hatos lecheros y sus vías de administración, predominan las soluciones inyectables con un 64,7% y en consistencia se administran por vía parenteral (subcutánea, intravenosa, e intramuscular) en un 65,1%. Le siguen administración vía oral (14,3%), vía intramamaria (8,3%), uso tópico (4%), baños intrauterinos (1,2%) y los demás no registran o no aplican (7,1%).

Clases de MUV utilizados para tratamiento de episodios de mastitis e infecciones respiratorias

De la utilización de MUV para el tratamiento de mastitis (n=56 medicamentos) en los hatos lecheros, 80,4% fueron antimicrobianos; 17,9%, antimastóticos, y 1,8% pertenecen al grupo de los antiinflamatorios no esteroides (AINE). Los antimastóticos están compuestos por uno o más antimicrobianos, lo cual resulta en que un 98,2% de los medicamentos utilizados son antibióticos y, en menor proporción, el 1,8% contienen principios activos compatibles con AINE (Tabla 1).

Tabla 1. Variables sociodemográficas del personal encargado y uso de los MUV utilizados en los hatos lecheros (n=30)

Variable	Rangos	Registro	(%)
Edad	De 24 a 30 años	5	16,7
	De 31 a 37 años	10	33,3
	De 38 a 44 años	8	26,7
	De 45 a 55 años	7	23,3
Grado de escolaridad	Primaria completa	13	43,4
	Universitaria en Veterinaria	4	13,3
	Primaria incompleta	3	10
	Secundaria completa	3	10
	Secundaria incompleta	3	10
	Técnico o tecnólogo	3	10
Profesión	Universitaria en Zootecnia	1	3,3
	Mayordomo	22	73,4
	Veterinario	4	13,3
	Técnico agropecuario	3	10,0
	Zootecnista	1	3,3
Tipo de medicamento	Antimicrobiano	153	60,7
	Antimastíticos	16	6,3
	Hormonal	13	5,2
	No aplica	11	4,4
	Antiinflamatorio no esteroideo, analgésico y antipirético	10	4
	Desinfectante	7	2,8
	Antihelmíntico	6	2,4
	Vitaminas	6	2,4
	No existe	6	2,4
	Anticoccidial	5	2
	Antihelmíntico-fasciolicida	4	1,6
	Antidiarreico	3	1,2
	Electrolitos y dextrosa	3	1,2
	Antimicótico y antimicrobiano	2	0,8
	Broncosecretolítico y expectorante	2	0,8
	Colerético	1	0,4
	Corticoide	1	0,4
	Diurético	1	0,4
	Ectoendoparasiticida	1	0,4
	Mucolítico	1	0,4
Tratamiento mastitis	Antimicrobiano	45	80,4
	Antimastíticos	10	17,8
	Antiinflamatorio No-Esteroideo, analgésico y antipirético	1	1,8
Tratamiento de infecciones respiratorias y pulmonares	Antimicrobiano	33	70,2
	Broncosecretolítico y expectorante	5	10,6
	Antihelmíntico	3	6,4
	Colerético	2	4,3
	Antiinflamatorio no esteroideo, analgésico y antipirético	1	2,1
	Mucolítico	1	2,1
Tratamiento de claudicaciones/cojeras	No existe	1	2,1
	Vitaminas	1	2,1
	Antimicrobiano	29	55,8
	No aplica	8	15,4
	Antiinflamatorio no esteroideo, analgésico y antipirético	6	11,5
	Antimicótico y antimicrobiano	3	5,8
	Desinfectante	2	3,9
Tratamiento de metritis/piómetra	Corticoide	2	3,9
	No existe	2	3,9
	Antimicrobiano	25	54,4
	Hormonal	13	28,3
	Desinfectante	4	8,7
	No aplica	2	4,3
Tratamiento de infecciones gastroentéricas (diarreas)	No existe	2	4,3
	Antimicrobiano	20	39,2
	Anticoccidial	5	9,8
	Vitaminas	5	9,8
	Antihelmíntico	4	7,8
	Antihelmíntico-fasciolicida	4	7,8
	Antidiarreico	3	5,9
	Electrolitos y dextrosa	3	5,9
	No aplica	3	5,9
	No existe	2	3,9
Diurético	1	2,0	
Ectoendoparasiticida	1	2,0	

Figura 1. Profesión u oficio del personal asociado a diagnósticos veterinarios en los hatos lecheros en municipios aledaños a Bogotá, Colombia

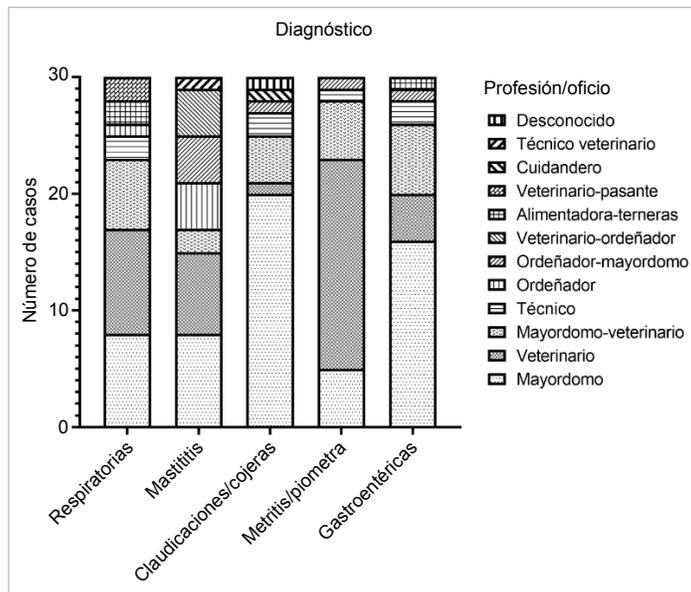
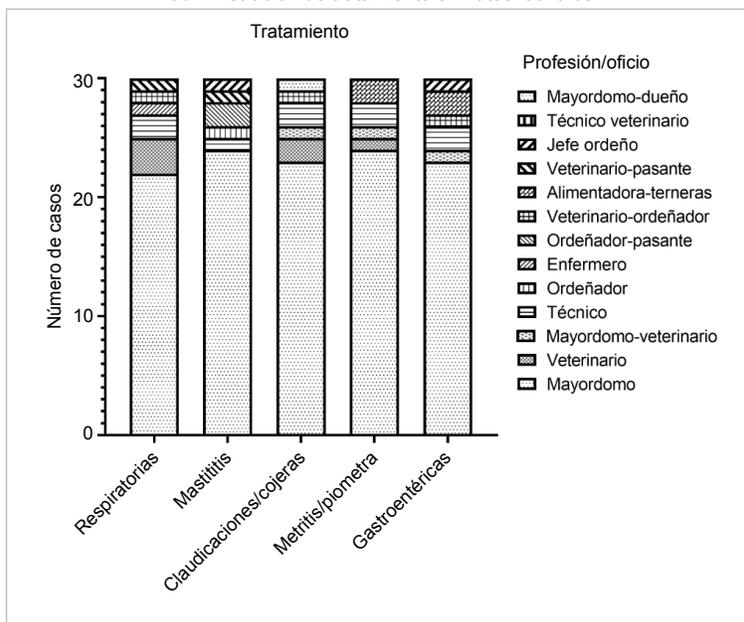


Figura 2. Profesión u ocupación del personal relacionado con la administración de tratamiento en hatos lecheros



Para la clase antimastíticos que representan un 6,3% de los medicamentos, la combinación farmacéutica compuesta por los grupos farmacológicos betalactámico-penicilina-betalactámico —que corresponden a los activos cloxacilina-penicilina y benzatínica-ampicilina sódica— fue la mezcla de medicamentos más utilizados

(50%), seguido de la combinación macrólido-amino-glucósido-glucocorticoide que corresponde a los activos espiramicina-neomicina-flumetasona (31%). Por su parte, las infecciones respiratorias se tratan predominantemente con agentes antimicrobianos en un 70,2% y agentes expectorantes en un 10,6% (Tabla 1).

Clase de MUV utilizados para claudicaciones y metritis/piómetra

Entre los medicamentos que los productores reportaron utilizar con mayor frecuencia para aliviar o curar eventos que provocan claudicaciones, el 56% se clasifica como antimicrobianos. El 19% de los MUV que no fueron clasificados como medicamentos corresponden a medicamentos no aprobados por el ICA entre ellos, creolina, aceite combustible para motores (ACPM), formol, gasolina, pomada de plantas caseras, etc.

Por otro lado, para los eventos de metritis y piómetra, los productores reportaron el uso frecuente de 25 antimicrobianos (54,3%) y 13 hormonales (28,3%), de los cuales el 8,7% corresponden a baños intrauterinos con soluciones estériles y antimicrobianos no específicos para esta forma de aplicación. Los entrevistados documentaron el uso de soluciones a base de ácido acético (vinagre), peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) o soluciones hidroelectrolíticas acompañadas de antibióticos indicados para uso inyectable, los cuales aplican en el baño de forma tópica local. Los productores reportaron el uso frecuente de oxitetraciclina combinada con solución salina o lactato de Ringer.

Medicamentos veterinarios con tiempo de retiro

Los productores ganaderos entrevistados documentaron que, de los 251 medicamentos utilizados en los hatos lecheros, el 81,3% (n=44) estaban compuestos por principios activos con tiempo de retiro en leche y carne. Se encontró que, de los 44 principios activos, 10 poseen la prescripción de no administrarse a animales cuya leche es destinada al consumo humano. Los principios activos identificados con dicha condición fueron ácido acetilsalicílico, benzoato de estradiol, bromhexina clorhidrato, fenilbutazona, florfenicol, gentamicina, ivermectina, dipirona (metamizol sódico monohidrato), nitroxinil y toltrazuril.

DISCUSIÓN

El uso de los MUV en hatos lecheros permitió identificar que los antibióticos se usan frecuentemente y podrían generar una presión selectiva sobre las comunidades bacterianas de los animales, a nivel ambiental e incluso podrían alcanzar al consumidor final (2,11). Entre los antimicrobianos administrados con mayor frecuencia predominan penicilinas, macrólidos y cefalosporinas que se aplican clínicamente en el manejo de infecciones, sean secundarias al trauma (heridas, golpes), respiratorias, de tracto reproductivo o de la glándula mamaria. Algunos antibióticos son utilizados en condiciones no autorizadas por las autoridades sanitarias, por ejemplo, en combinación con soluciones hidroelectrolíticas para

baños intrauterinos o casos como el aumento en la frecuencia de uso de intramamarios que pasan de tres ordeños consecutivos a seis.

Las malas prácticas en la administración de medicamentos podrían asociarse a la presencia de residuos de antibióticos en los alimentos y se contempla como un parámetro clave para la implementación de las BPG (11-13). Dicha exposición a antibióticos mediante lavados o baños intrauterinos pone en riesgo la efectividad del medicamento. Además, la exposición a concentraciones subinhibitorias de manera prolongada o en dosis subterapéuticas administrados parenteralmente para prevenir infecciones en órganos reproductivos como casos de metritis y endometritis podría asociarse la emergencia de cepas con resistencia antimicrobiana (14,15).

De acuerdo con los resultados del presente estudio, se identificó que es importante implementar buenas prácticas en la administración de medicamentos, lo que incluye prescripción, almacenamiento, aplicación, distribución e incluso disposición de los MUV utilizados a fin de controlar o tratar la enfermedad de los animales (2,16). En consecuencia, se observó que una de las principales estrategias terapéuticas y profilácticas para el control y la erradicación de enfermedades de origen bacteriano es la aplicación de antimicrobianos, que en algunos casos se realiza de forma empírica (17). Lo anterior es consistente con los reportes de patógenos resistentes a antibióticos asociados a la producción ganadera en Colombia (18,19). También se halló un alto uso de antibióticos tipo betalactámicos y/o penicilinas como los MUV de elección con diferentes aplicaciones clínicas. Estos hallazgos coinciden con lo descrito en otros países, donde también es frecuente el uso de estos antibióticos en la producción pecuaria y representan un riesgo de amplificación de resistencia (20-22).

Asimismo, se encontró que las prescripciones más frecuentes de antibióticos para el tratamiento de la mastitis bovina son inyectables. La mastitis es considerada una de las enfermedades más frecuentes y con mayores pérdidas económicas para los productores lácteos y derivados pues se disminuye la producción, se incrementan los costos en los insumos debido a los tratamientos (23,24).

Con respecto a la comercialización de los antibióticos para uso veterinario, no existe una normatividad clara en Colombia, lo que podría impactar el suministro de algunos antimicrobianos sin formulación veterinaria y su uso inapropiado, a su vez, afectando negativamente la salud animal en aspectos tales como morbilidad, mortalidad, resultado terapéutico, fracaso en el tratamiento, aumento de la resistencia, mayor número de recaídas, progresión de la enfermedad a procesos crónicos y transmisión de infecciones a otros animales (2,25-27).

Los hallazgos del presente estudio alertan sobre el uso, la venta y la prescripción de los MUV que no se realizan bajo la supervisión de un profesional médico veterinario en el hato, de modo que podrían impactar la inocuidad alimentaria.

Es posible que el enfoque Una Salud o *One Health* contribuye a agrupar y coordinar las labores de diferentes profesiones sanitarias, especialmente la medicina humana y la medicina veterinaria y, como un objetivo clave, se busca la implementación de acciones para la administración apropiada de los antimicrobianos (28). En perspectiva del presente estudio, se necesitan programas que permitan educar en la administración de MUV y evitar que las malas prácticas productivas progresen a un problema de salud pública a nivel de la medicina humana y veterinaria, sobre todo, a causa del uso masivo de antibióticos como promotores del crecimiento en ganadería y el exceso de formulación de antibióticos sin prescripción médica (29,30).

En conclusión, este estudio observó que en hatos lecheros ubicados en los municipios que el área aledaña a la ciudad de Bogotá, la clase de MUV más utilizados fueron los antimicrobianos. El personal involucrado en la administración de los MUV reportó una escolaridad de básica primaria con mayor frecuencia y, en su mayoría, se realizaban diagnósticos empíricos. La clase de MUV más utilizados discriminados por signos, síntomas o anomalías presentes en los bovinos de los hatos lecheros, mantuvo la tendencia con antimicrobianos o en combinaciones terapéuticas como los medicamentos más utilizados para el manejo terapéutico de infecciones respiratorias y gastrointestinales, mastitis, claudicaciones, metritis y piómetras. Los resultados sugieren la urgencia de implementar BPG, en particular, en el componente de salud animal para la adecuada administración de antibióticos en predios ganaderos de Colombia.

Limitaciones

Algunas limitaciones de este estudio que no comprometen los hallazgos del estudio fueron, en primer lugar, que la mayoría de los datos recopilados en los hatos ganaderos fueron informados, lo que puede introducir algún sesgo en las respuestas de los encuestados. En segundo lugar, puede haber otros MUV utilizados y disponibles en los hatos ganaderos que no se declararon en este estudio y que, en lo posible, no se pudieron verificar. Otra limitación fue la diferencia en el tamaño de la producción ganadera, si bien el muestreo fue lo más homogéneo posible al seleccionar los hatos por municipio ♣

Conflictos de intereses: Ninguno.

REFERENCIAS

1. Clement M, Olabisi M, David E, Issa M. Veterinary pharmaceuticals and antimicrobial resistance in developing countries. In: Bekoe SO, Saravanan M, Adosraku RK, Ramkumar PK (eds.). *Veterinary medicine and pharmaceuticals*. London: IntechOpen; 2020.
2. Arenas NE, Moreno Melo V. Producción pecuaria y emergencia de antibiótico resistencia en Colombia: Revisión sistemática. *Infectio*. 2018; 22(2):110-9. <https://doi.org/10.22354/in.v22i2.717>.
3. Bermúdez CE, Arenas NE, Moreno Melo V. Caracterización socio-económica y ambiental en pequeños y medianos predios ganaderos en la región del Sumapaz, Colombia. *Rev UDCA Actual Divulg Cient*. 2017; 20(1):199-208. <https://doi.org/10.31910/rudca.v20.n1.2017.76>.
4. Ritter DG, Acuff GR, Bergeron G, Bourassa MW, Chapman BJ, Dickson JS, et al. Antimicrobial-resistant bacterial infections from foods of animal origin: understanding and effectively communicating to consumers. *Ann N Y Acad Sci*. 2019; 1441(1):40-9. <https://doi.org/10.1111/nyas.14091>.
5. Morgan Scott H, Acuff G, Bergeron G, Bourassa MW, Gill J, Graham DW, et al. Critically important antibiotics: criteria and approaches for measuring and reducing their use in food animal agriculture. *Ann N Y Acad Sci*. 2019; 1441(1):8-16. <https://doi.org/10.1111/nyas.14058>.
6. Founou LL, Founou RC, Essack SY. Antibiotic Resistance in the Food Chain: A Developing Country-Perspective. *Front Microbiol*. 2016; 7:1881. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01881>.
7. Antonomou V, Gousia P. Agriculture and food animals as a source of antimicrobial resistant bacteria. *Infect Drug Resist*. 2015; 8:49-61. <https://doi.org/10.2147/IDR.S55778>.
8. Castellanos LR, Donado-Godoy P, León M, Clavijo V, Arevalo A, Bernal JF, et al. High heterogeneity of *Escherichia coli* sequence types harbouring ESBL/AmpC genes on Inc11 plasmids in the Colombian poultry chain. *PLoS One*. 2017; 12(1):e0170777. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170777>.
9. Ramírez NF, Keefe G, Dohoo I, Sánchez J, Arroyave O, Cerón J, et al. Herd-and cow-level risk factors associated with subclinical mastitis in dairy farms from the High Plains of the northern Antioquia, Colombia. *J Dairy Sci*. 2014; 7(7):4141-50. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6815>.
10. Giraldo-Cardona JP, Gualdrón-Ramírez D, Chamorro-Tobar I, Pulido-Villamarin A, Santamaría-Durán N, Castañeda-Salazar R, et al. *Salmonella* spp. prevalence, antimicrobial resistance and risk factor determination in Colombian swine farms. *Pesqu Vet Bras*. 2019; 39(10):816-22. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-6156>.
11. Mattar S, Calderón A, Sotelo D, Sierra M, Tordecilla G. Detección de antibióticos en leches: un problema de salud pública. *Rev. Salud Pública*. (Bogotá) 2009; 11(4):579-90. <https://doi.org/10.1590/S0124-00642009000400009>.
12. Romero Peñuela MH, Sánchez Valencia JA. Evaluación de las buenas prácticas ganaderas en bovinos de carne en el centro de Caldas. *Bio-salud [Internet]*. 2011 [cited 2022 Jul 6]; 10(1):52-60. <https://bit.ly/3BfMEs1>.
13. Lozano MC, Arias DC. Residuos de fármacos en alimentos de origen animal: panorama actual en Colombia. *Rev Colomb de Cienc Pecu [Internet]*. 2008 [cited 2022 Jul 6]; 21(1):121-35. <https://bit.ly/3iEYfPy>.
14. Pyörälä S, Taponen J, Katila T. Use of antimicrobials in the treatment of reproductive diseases in cattle and horses. *Reprod Domest Anim*. 2014; 49(Suppl 3):16-26. <https://doi.org/10.1111/rda.12324>.
15. Madoz LV, Prunner I, Jaureguiberry M, Gelfert CC, de la Sota RL, Giulliodori MJ, et al. Application of a bacteriological on-farm test to reduce antimicrobial usage in dairy cows with purulent vaginal discharge. *J Dairy Sci*. 2017; 100(5):3875-82. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11931>.
16. Palma E, Tilocca B, Roncada P. Antimicrobial resistance in veterinary medicine: an overview. *Int J Mol Sci*. 2020; 21(6):1914. <https://doi.org/10.3390/ijms21061914>.

17. Opatowski L, Opatowski M, Vong S, Temime L. One-Health quantitative model to assess the risk of antibiotic resistance acquisition in asian populations: Impact of exposure through food, water, livestock, and humans. *Risk Anal.* 2021; 41(8):1427-46. <https://doi.org/10.1111/risa.13618>.
18. Arenas NE, Abril DA, Valencia P, Khandige S, Soto CY, Moreno-Melo V. Screening food-borne and zoonotic pathogens associated with livestock practices in the Sumapaz region, Cundinamarca, Colombia. *Trop Anim Health Prod.* 2017; 49(4):739-45. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1251-6>.
19. Vásquez-Jaramillo L, Ramírez NF, Akineden Ö, Fernández-Silva JA. Presence of extended-spectrum beta-lactamase (ESBL)-producing Enterobacteriaceae in bulk-tank milk of bovine dairy farms in Antioquia, Colombia. *Rev Colomb de Cienc Pecu [Internet].* 2017 [cited 2022 Jul 6]; 30(2):85-100. <https://bit.ly/3XYWCm>.
20. Donkor ES, Newman MJ, Yeboah-Manu D. Epidemiological aspects of non-human antibiotic usage and resistance: implications for the control of antibiotic resistance in Ghana. *Trop Med Int Health.* 2012; 17(4):462-8. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2012.02955.x>.
21. Furlan JPR, Dos Santos LDR, Ramos MS, Gallo IFL, Stehling EG. Fecal cultivable aerobic microbiota of dairy cows and calves acting as reservoir of clinically relevant antimicrobial resistance genes. *Braz J Microbiol.* 2020; 51(3):1377-82. <https://doi.org/10.1007/s42770-020-00265-6>.
22. De Briyne N, Atkinson J, Pokludová L, Borriello SP. Antibiotics used most commonly to treat animals in Europe. *Vet Rec.* 2014; 175(13):325. <https://doi.org/10.1136/vr.102462>.
23. Torres G, Vargas K, Cuesta-Astroz Y, Reyes-Vélez J, Olivera-Angel M. Phenotypic characterization and whole genome analysis of a strong biofilm-forming *Staphylococcus aureus* strain associated with subclinical bovine mastitis in Colombia. *Front Vet Sci.* 2020; 7:530. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00530>.
24. El-Sayed A, Kamel M. Bovine mastitis prevention and control in the post-antibiotic era. *Trop Anim Health Prod.* 2021; 53(2):236. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02680-9>.
25. Kim J, Ahn J. Emergence and spread of antibiotic-resistant foodborne pathogens from farm to table. *Food Sci Biotechnol.* 2022; 31(12):1481-99. <https://doi.org/10.1007/s10068-022-01157-1>.
26. Herrera FC, García-López M-L, Santos JA. Characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from raw milk fresh cheese in Colombia. *J Dairy Sci.* 2016; 99(10):7872-6. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11322>.
27. Awosile B, Reyes-Velez J, Cuesta-Astroz Y, Rodríguez-Lecompte JC, Saab ME, Heider LC, et al. Whole-genome sequence analysis of 4 fecal bla_{CMY-2}-producing *Escherichia coli* isolates from Holstein dairy calves. *J Dairy Sci.* 2020; 103(1):877-83. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16560>.
28. Chávez de Pop VJ, Estol L, Cueva-López MT, Acero-Plazas VM. Zoonosis: Enfoque dentro del concepto de una salud. *RCA.* 2020; 6(1):87-95. <https://doi.org/10.36436/24223484.307>.
29. Dafale NA, Srivastava S, Purohit HJ. Zoonosis: an emerging link to antibiotic resistance under "One health approach". *Indian J Microbiol.* 2020; 60(2):139-52. <https://doi.org/10.1007/s12088-020-00860-z>.
30. Emes D, Naylor N, Waage J, Knight G. Quantifying the relationship between antibiotic use in food-producing animals and antibiotic resistance in humans. *Antibiotics (Basel).* 2022; 11(1):66. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11010066>.