

BIENESTAR ANIMAL Y MONITOREO DE RESIDUOS FARMACOLÓGICOS: CONTRIBUCIÓN A LA INOCUIDAD DE LA CARNE VACUNA

María Eugenia Munilla*, Juan Sebastián Vittone y Andrea Biolatto

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA, Departamento Rumiantes, Estación Experimental Concepción del Uruguay

*E-mail: munilla.maria@inta.gob.ar

Recibido: 06/10/2023
Aceptado: 20/02/2024

RESUMEN

La ganadería bovina requiere incrementar los niveles de producción, mantenerse competitiva y cumplir con las demandas de los consumidores. La inocuidad de los alimentos (ausencia de componentes perjudiciales que puedan dañar la salud de los consumidores) y el bienestar animal (estado de armonía entre el individuo y su entorno) se vinculan por medio del estado de salud. La falta de bienestar, las condiciones insalubres y el estrés deterioran la capacidad de respuesta inmune e incrementan la susceptibilidad a enfermedades. Consecuentemente, aumenta el uso de medicamentos, poniendo en riesgo la inocuidad de la carne (debido a la presencia de residuos farmacológicos) y la seguridad alimentaria de los consumidores. Por ello, el objetivo del presente estudio fue valorizar los aspectos que contribuyen a la inocuidad de la carne en la Argentina. Para contribuir a la inocuidad del producto, entre otros factores, se establece la importancia de emplear un abordaje que integre el bienestar de los animales durante la producción primaria y el monitoreo de residuos. En primera instancia, la salud animal integra al bienestar y su preservación permite reducir el uso sistemático de fármacos. La observación de conductas que tienen relación directa con la higiene y la salud (sociabilización, desplazamiento, descanso, consumo, etc.) permitiría identificar rápidamente los problemas y enfocar acciones para evitar el uso masivo de antimicrobianos. En una segunda etapa, el compromiso del sector cárnico para la producción libre de residuos y el monitoreo de estos por parte del Estado también contribuyen a la seguridad alimentaria de los consumidores.

Palabras clave: antimicrobianos, comportamiento, confort animal, inocuidad, salud animal.

ANIMAL WELFARE AND MONITORING OF DRUG RESIDUES TO THE CONTRIBUTION TO THE BEEF HARMLESSNESS

ABSTRACT

Livestock is currently facing the challenge of increasing production levels, staying competitive and effectively meeting the consumer demands. Both food safety (absence of harmful components that could harm the consumer's health) and also animal welfare (state of harmony between the individual and his environment) are topics linked through the animal health status. Animal welfare absence, unhealthy conditions and stress suppresses immune function and increases susceptibility to disease. This condition generates a massive use of medicines, putting the meat safety and the consumers safety of at risk. The objective of this article was to analyze the aspects that contribute to the beef safety in Argentina. An approach is established that integrates animal welfare during the primary production stage and residue monitoring as tools to contribute to the safety of beef. In the first instance, animal health integrates welfare during the production stage and the systematic use of pharmacological products could be substantially reduced. Furthermore, behavior that has a direct relationship with hygiene and health (socialization, displacement, rest, consumption, among others) continues to gain strength through tools that allow rapid identification of problems and focus actions to avoid the massive use of antimicrobials. In a second stage, the compromise of the meat sector to the production free of pharmacological products and the monitoring of residues by the state also contribute to the food security of the target population.

Key words: animal health, animal comfort, antimicrobials, behavior, harmless.

INTRODUCCIÓN

Alrededor de una tercera parte de las proteínas consumidas por los seres humanos en todo el mundo proviene de animales criados con fines alimentarios. A escala mundial, se prevé que la demanda de proteínas de origen animal se duplique para el año 2050, que se traducirá en un mayor consumo de carne (FAO, 2019).

Actualmente, la Argentina encabeza el "ranking" de exportadores de carne junto a Brasil, Estados Unidos, Australia e India. Las divisas ingresadas al país son relevantes, ubicándose en segundo lugar luego de la soja (SENASA, 2017). La Argentina permanece en el "ranking" de los 10 países productores y exportadores de carne vacuna desde hace más de 50 años. En 2018, se consolidó como quinto exportador mundial de carne vacuna, equivalente a 500.000 t de res con hueso. La carne refrigerada o congelada representa el 75,8% de las exportaciones y el resto corresponde a las curtiembres. Actualmente, los principales destinos de las exportaciones son China, Unión Europea, Chile y Medio Oriente (INDEC, 2019).

En los últimos años, el sector agroalimentario de todo el mundo se ha enfrentado a la diseminación de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos en los que intervienen, entre otros agentes, residuos de medicamentos veterinarios, lo cual pone de manifiesto el manejo indebido de los fármacos durante las prácticas agropecuarias y el incumplimiento de los tiempos de retiro de los medicamentos (Kabir *et al.*, 2004). Se estima que cada año enferman en el mundo unos 600 millones de personas (casi uno de cada 10 habitantes) por ingerir alimentos contaminados y 420.000 mueren por esta misma causa, con la consiguiente pérdida de 33 millones de años de vida ajustados en función de la discapacidad (OMS, 2015). En Argentina, la información disponible sobre los niveles de residuos de fármacos veterinarios en carnes destinadas a consumo local es muy escasa (Cantón *et al.*, 2014). Sin embargo, a través de los programas de monitoreo de productos farmacológicos o sus metabolitos, se ha demostrado su presencia en muestras de carne y grasa de bovinos (SENASA, 2018).

Frente a esta situación, los consumidores comenzaron a exigir calidad e inocuidad de los productos provenientes del sistema agropecuario. Ante esta demanda, la seguridad sanitaria de los alimentos pasó a considerarse una prioridad de salud pública universalmente reconocida que requiere un planteamiento global, desde la producción hasta el consumo (OIE, 2009). El interés

ético del bienestar animal, el impacto ambiental, la inocuidad de los alimentos y la propia seguridad de los consumidores son aspectos que deben considerarse. Se define bienestar animal como el estado de un individuo en relación con su entorno. Un animal está en óptimas condiciones de bienestar si está sano, cómodo, bien alimentado, libre de dolor, miedo y puede expresar el comportamiento innato de su especie (OIE, 2019).

Este contexto ha motivado la búsqueda de estrategias para incrementar la producción ganadera, con el aporte de importantes innovaciones tecnológicas y cambios estructurales en el sector primario y de comercialización. La inocuidad de los alimentos es la ausencia (o la presencia a niveles aceptables) de agentes químicos, físicos o microbiológicos que puedan dañar la salud de los consumidores. Solo los alimentos inocuos satisfacen las necesidades alimentarias y contribuyen a que todas las personas tengan una vida activa y saludable. No existe seguridad alimentaria sin inocuidad de los alimentos (FAO, 2019).

El término "una salud" es un enfoque holístico para comprender sistemáticamente las complejas relaciones entre humanos, animales y medio ambiente que pueden proporcionar contramedidas efectivas para resolver los problemas de seguridad alimentaria mencionados. Además, la salud de los animales integra al bienestar y está íntimamente relacionada con las condiciones de manejo que se brindan durante toda la vida del individuo (Quián *et al.*, 2022).

El presente trabajo propone la hipótesis de que existen herramientas para contribuir a la inocuidad de los productos cárnicos pese a un escenario complejo de intensificación de sistemas ganaderos, de brotes de enfermedades zoonóticas y de exigencias crecientes en términos de calidad y cantidad de proteína animal a nivel mundial. El objetivo fue valorizar el efecto del bienestar de los bovinos durante la etapa de producción primaria y el monitoreo de residuos farmacológicos sobre la inocuidad de la carne en la Argentina.

IMPORTANCIA DEL BIENESTAR ANIMAL SOBRE LA INOCUIDAD DE LA CARNE

Para lograr que la carne sea inocua y no represente riesgos para la salud de los consumidores es necesario que los productores y los frigoríficos cumplan con requisitos específicos, tales como protocolos sanitarios estrictos, mantenimiento de la higiene de los animales y las reses, evitar contaminación. También es importante el seguimiento de los procedimientos y

verificar periódicamente que sean completos y eficaces (SENASA, 2017).

El bienestar y la inocuidad de la carne están vinculados al estado sanitario del animal. Las condiciones ambientales insalubres frecuentemente favorecen la inmunosupresión de los animales y la aparición de enfermedades. El estrés es la respuesta biológica a los factores de diversos orígenes que afectan el equilibrio fisiológico entre el individuo y el entorno (homeostasis). Mediante dicha respuesta, los animales realizan readecuaciones comportamentales y fisiológicas para la adaptación a las nuevas condiciones (Mota y Marçal, 2019).

La relación entre bienestar y estrés es evidente: siempre que hay estrés, el bienestar se encuentra comprometido (Broom, 2004). Los animales estresados producen más toxinas metabólicas de lo que su organismo puede contener y bajo condiciones permanentes de estrés, los metabolitos, comúnmente llamados radicales libres, son acumulados. Además, la respuesta inmune se encuentra afectada frente a situaciones adversas prolongadas. En estas condiciones, no solo es afectada la producción, sino que se produce un deterioro de la calidad de la carne, al igual que en otras especies, como consecuencia de la fatiga muscular (Grandin, 2017).

Existe suficiente evidencia científica que demuestra que experiencias estresantes pueden alterar la respuesta inmune. El estrés puede incrementar la retención de microorganismos patógenos en los tejidos. Además, afecta la capacidad de los linfocitos de limitar la presencia de virus en la mucosa con infección. La supresión de la inmunidad innata y adaptativa que sigue a cualquier forma de trauma, la cual está correlacionada con la magnitud del evento estresante, puede afectar muchos parámetros de la inmunidad (Sánchez Segura, 2007). La inmunosupresión es la inhibición de una respuesta inmune, como el bloqueo de las células presentadoras de antígeno o los linfocitos para que no realicen su función. Los glucocorticoides generados en situaciones de estrés como el cortisol son un ejemplo de hormonas inmunosupresoras (Odeón y Romera, 2017).

Las condiciones inadecuadas de ambiente y de albergue pueden conducir a un nivel escaso de bienestar y de esta manera favorecer la aparición de una enfermedad infecciosa. La interacción entre agentes etiológicos, (*i.e.* bacterias, virus, parásitos), el medio ambiente (*i.e.* factores climatológicos adversos) y factores asociados al manejo (*i.e.* higiene deficiente, malas instalaciones, entre otras) puede provocar estrés e inmunodepresión y, eventualmente, aumentar la susceptibilidad de los

individuos a las enfermedades. Los cambios en el manejo de los bovinos implican una alteración en el confort de los animales que se refleja con una baja inmunidad (Odeón y Romera, 2017).

En los sistemas confinados de producción, se produce un aumento del contagio de enfermedades e incrementa la posibilidad de aparición de enfermedades no convencionales en una determinada región. En relación a la higiene y sanidad de los encierres a corral, la acumulación de heces, orina, alimento, barro y agua sobre el suelo normalmente favorece la acumulación de microorganismos y patógenos. Incrementos en el contenido de materia orgánica del suelo por largos períodos de tiempo puede promover la circulación de fuertes olores amoniacales que dañan el sistema respiratorio de los animales confinados (Mota y Marçal, 2019). En un modelo de engorde donde los animales están confinados, las enfermedades emergentes y la elevada tasa de contagio son dos problemáticas frecuentes que implican aplicaciones de productos veterinarios en animales próximos a ser faenados (Miranda *et al.*, 2014).

PRESENCIA DE RESIDUOS FARMACOLÓGICOS EN LA CARNE VACUNA

Los residuos de productos farmacológicos de origen veterinario constituyen un riesgo para la salud de los consumidores al producir toxicidad aguda o crónica, efectos mutagénicos y carcinogénicos, entre otros (Marrugo Padilla *et al.*, 2021). Los factores que predisponen la presencia de residuos de farmacológicos en la carne resultan de la utilización de los productos veterinarios de forma inconsistente a la recomendada en las etiquetas y del incumplimiento de los períodos de espera previo al envío a faena (Rovira, 2008). Por otro lado, el uso excesivo y/o indebido de antibióticos puede aparejar otras problemáticas, como el desarrollo de bacterias resistentes (CDC, 2015).

Este uso inadecuado se da en un contexto en el cual, en la Argentina, solo los fabricantes de alimentos para animales están obligados a conservar la certificación de un médico veterinario para llevar un registro de los antibióticos suministrados (Resolución 1119/18). A nivel mundial, se estima que la mitad de los antibióticos producidos se destina a uso veterinario, utilizándose el 80% a producciones intensivas de bovinos, cerdos y aves (Sota Busselo, 2016; OMS, 2017). Para 2030 se espera que el consumo global de antimicrobianos incremente un 200%. Sin embargo, a nivel mundial, solo el 25% de los países ha implementado una política nacional

de control de resistencias a antimicrobianos y más del 60% no posee programas de control o prevención de microorganismos resistentes.

RIESGOS DE RESISTENCIA ANTI-MICROBIANA

La resistencia a los antibióticos es hoy una de las mayores amenazas para la salud mundial, la seguridad alimentaria y el desarrollo (OMS, 2018). Se considera que hay resistencia a un principio activo si la efectividad de un fármaco cesa o disminuye. Ello se produce en situaciones donde sobrevive un pequeño número de individuos y son los únicos que logran reproducirse y prosperar luego de un tratamiento (Jackson, 1993). El uso excesivo de los antibióticos en la producción de carne contribuye significativamente a propagar la resistencia a los antibióticos. La resistencia antimicrobiana en medicina veterinaria se ha considerado como el principal factor que conduce a la resistencia antimicrobiana en medicina humana (Lubbers y Hanzlicek, 2013).

En la Argentina, alrededor del 95% de los establecimientos ganaderos distribuidos en las regiones ganaderas más importantes tienen un 95% de resistencia a algunos de los principios activos disponibles. La situación más comprometida se presenta con el grupo de las ivermectinas (endectocidas) y le siguen los benzimidazoles; todavía no se ha detectado resistencia a los levamisoles. Los residuos de cualquier índole resultan en un problema o al menos implican un trabajo extra en su control. En el caso de los residuos de productos veterinarios, las alternativas para disminuir su concentración son respetar los períodos de carencia o disminuir el uso de productos. Cualquiera de las dos alternativas implica proyectos complejos y de larga duración.

El desarrollo de resistencia y la presencia de residuos farmacológicos en la carne bovina es favorecida por aquellos contextos donde no hay control profesional, como ocurre, por ejemplo, con el uso de tratamientos antihelmínticos para evitar pérdidas debidas a la parasitosis subclínica en los sistemas extensivos, donde en general no se hace diagnóstico previo al tratamiento y la elección del antiparasitario obedece a razones comerciales más que a la indicación del médico veterinario. Los grupos químicos antiparasitarios son los mismos que se comenzaron a utilizar en las décadas del 70 y del 80 (imidazotiazoles, benzimidazoles y lactonas macrocíclicas). La alta eficacia y acción endectocida de las avermectinas fue la razón para que, a pocos años de su lanzamiento al mercado, se convirtieran en los

productos más utilizados para el control de los parásitos. Esta circunstancia se hizo más marcada aún a partir de la comercialización de formulaciones genéricas. Diversas investigaciones permitieron establecer la resistencia a los antihelmínticos como un problema que debía ser considerado por las autoridades de sanidad animal, la industria y sectores productivos (Caracostogolo *et al.*, 2005).

En los engordes a corral, la gran concentración de animales por unidad de superficie es un importante factor de riesgo en la transmisión de enfermedades infecciosas. Por tanto, debe conocerse cuáles de ellas tienen mayor incidencia en el sistema y las medidas preventivas y de control que estos sistemas demandan a fin de minimizar los riesgos de la aparición de focos de enfermedad (Miranda *et al.*, 2014). Las bronconeumonías o neumonías propiamente dichas, agrupadas y designadas como complejo respiratorio bovino (CRB), ocupan el primer lugar en cuanto a pérdidas económicas por causas sanitarias en sistemas de engorde bovino a corral. El impacto económico ocasionado por esta entidad patológica es muchas veces subestimado a pesar de disminuir la calidad de esa futura res, e implicar tratamientos con antibióticos, el aumento de la mano de obra, la prolongación del período de engorde, e incluso la muerte de animales (Gómez Alarcón, 2000). Dentro de los principios activos más utilizados en la Argentina, se encuentra la ivermectina, doramectina, fipronil, oxitetraciclina y tilmicosina. La ivermectina es un insecticida de amplio espectro y larga acción que pertenece al grupo de las avamectinas. En bovinos se utiliza para el control de parásitos internos gástricos e intestinales, en el tratamiento contra garrapata (*Rhipicephalus microplus*), mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*), mosca causante de la miasis (*Cochliomyia hominivorax*), sarna y piojos. La ivermectina es un neurotransmisor inhibitorio de los estímulos nerviosos en la placa neuromuscular que ocasiona parálisis, muerte del parásito y afecta la producción de huevos. Se absorbe totalmente en el sitio de aplicación y se distribuye a todos los tejidos manteniendo niveles terapéuticos por dos semanas (Sumano y Ocampo, 1997). En hembras lactantes, hasta un 5% de la dosis puede ser excretada en leche por lo que está contraindicada para uso en vacas con producción de leche para consumo humano (Ocampos *et al.*, 2005).

La doramectina está indicada para el tratamiento y control de endo- y ectoparásitos. Después de la inyección subcutánea, el pico de concentración plasmática en bovinos es de cinco días. Generalmente la biodisponibilidad

es igual con inyecciones subcutáneas o intramusculares en los bovinos. Del total excretado, más del 60% se elimina durante los tres primeros días postratamiento (Plumb, 2011). La oxitetraciclina es un antibiótico de amplio espectro y en bovinos se utiliza para el tratamiento de neumonías, enteritis, querato conjuntivitis, artritis, metritis, onfalitis, leptospirosis, actinobacilosis, anaplasmosis, mastitis, pietín, infecciones en general, control de enfermedades infecciosas que afectan a bovinos. El fipronil es un insecticida y acaricida sintético que pertenece al grupo químico de los fenilpirazoles. En los bovinos se utiliza para el control de la garrapata y de la mosca de los cuernos. En los tratamientos con el método de "pour on" o inyectables de amplio espectro el tiempo de espera para el envío de los animales al frigorífico es mayor por lo que no se recomienda su uso en animales a faena inmediata (Rovira, 2008). El principal metabolito es el derivado sulfona, que es más tóxico para los parásitos y para los mamíferos (FAO, 2022).

De acuerdo con la Unión Europea, el límite máximo de residuos (LMR; Cuadro 1) es el contenido de residuos resultante de la utilización de un medicamento veterinario legalmente autorizado y considerado como admisible desde el punto de vista de la seguridad del consumidor en un producto alimenticio. Los productos cárnicos con valores superiores no pueden ser considerados inocuos para el consumo humano. No obstante, los requerimientos de LMR de residuos farmacológicos son distintos de acuerdo con el ente regulador. En la Argentina, no existe información precisa sobre el uso racional de los productos antimicrobianos, bajo las indicaciones de un médico veterinario, ni sobre la gestión de los envases.

En la Argentina, determinadas plagas, como la garrapata común del bovino, avanzaron peligrosamente hacia el sur donde habían sido erradicadas hace 30 a 40 años, incluso más. En el caso de la provincia de Corrientes, la reinfestación alcanza todos los departamentos del sur (no hay más zona indemne). Con una particularidad: Corrientes moviliza más del 85% de los terneros que produce a engordar a Entre Ríos, Santa Fe y Buenos Aires. Situación parecida se da en los departamentos del norte de Entre Ríos. Hay estudios que indican que si ingresara la garrapata en el norte de la provincia de Buenos Aires se haría endémica. Estudios realizados en varias razas de ganado bovino confirman que el parasitismo subclínico puede generar pérdidas inmensurables en la productividad (FAO, 2003). Por ello, el movimiento de animales desde zonas declaradas con presencia de garrapata hacia zonas "limpias", requiere la aplicación de productos para "volteo" del hemoparásito. A esta situación pueden sumarse las mermas y la mortandad debida a las enfermedades hemoparasitarias del complejo tristeza bovina (babesias y anaplasmas). La mayor complejidad que presenta el control de garrapatas es la falta de eficacia de diversos principios activos presentes en el mercado debido a la resistencia de las mismas a estos por el uso sistemático de antiparasitarios de manera rutinaria (Sarli *et al.*, 2023). Asimismo, en muchos países, la garrapata es el ectoparásito que mayores pérdidas provoca en la ganadería y, por su importancia, el control de esta parasitosis fue establecido por ley.

MONITOREO Y CONTROL DE RESIDUOS EN LA ARGENTINA

Actualmente, en Latinoamérica, generan preocupación

Cuadro 1. Límites máximos de residuos (LMR) farmacológicos ($\mu\text{g kg}^{-1}$) en tejidos de bovinos establecidos por SENASA (S; Res. 559/2011), Codex Alimentarius (CA; CX/RVDF 00/6 2000, CX/MRL 2-2018) y la Unión Europea (UE; Reglamento N° 37/2010).

Tejido	Músculo			Grasa			Hígado			Riñón		
	S	CA	UE	S	CA	UE	S	CA	UE	S	CA	UE
Normativa	S	CA	UE	S	CA	UE	S	CA	UE	S	CA	UE
Ivermectina	NR	30	30	40	400	100	100	800	100	NR	100	30
Doramectina	10	10	40	150	150	150	100	100	100	30	30	60
Fipronil¹	500*	NR	0,006	NR	NR	0,09	100	NR	0,02	20	NR	0,015
Oxitetraciclina	200	200	100	NR	NR	NR	600	600	300	1.200	1.200	600
Tilmicosina	100	100	50	100	100	50	1.000	1.000	1.000	300	300	1.000

¹ Fipronil + fipronil sulfona. * Músculo y grasa. La grasa corresponde a la grasa del músculo. NR: no reportado.

las estadísticas de prevalencia de residuos farmacológicos en los alimentos y las falencias en el control según las regulaciones de uso de productos veterinarios. Esto conlleva a la necesidad de realizar intervenciones acertadas y oportunas para minimizar los daños a la salud y al ambiente relacionados con plaguicidas (Castillo y Mejía-Dueñas, 2023). En la Argentina, el Plan Nacional de Control de Residuos e Higiene en Alimentos (CREHA) del SENASA tiene por objetivo afianzar la sanidad y la inocuidad de los alimentos para minimizar los riesgos y contar con un nivel adecuado de protección para la salud de los consumidores. El muestreo permite detectar la presencia de residuos y contaminantes que superen los valores establecidos en la legislación vigente en los productos destinados al consumo humano. El plan y las técnicas de muestreo tienen en cuenta los modelos de producción, las diferentes cadenas de comercialización, el transporte, manufactura y los avances científicos relacionados a estas temáticas. Para los bovinos, anualmente se analizan entre 11.000 y 12.000 muestras de tejido, de las cuales solo 60 representan resultados no conformes según los LMR establecidos por el SENASA. Recientemente se incorporaron muestreos en animales vivos (orina y suero), que refuerzan la posibilidad de identificar problemas asociados a la presencia de residuos (SENASA, 2018). Además de los muestreos, se encuentran los listados de establecimientos rurales excluidos del registro de proveedores de animales para faena para exportar a la Unión Europea.

Desde el punto de vista del control, si bien la responsabilidad depende de las dependencias del Estado como el SENASA, la participación y el compromiso del sector privado y de los productores en la generación de alimentos inocuos resulta fundamental. Una posible solución, adoptada por muchos países, para identificar los riesgos asociados al mal manejo de uso de medicamentos veterinarios en la producción es el sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) como instrumento de gestión y aseguramiento de la inocuidad (PAHO/WHO, 2018).

El sistema de HACCP, que tiene fundamentos científicos y carácter sistemático, permite identificar peligros específicos y medidas para su control con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos. Es un instrumento para evaluar los peligros y establecer sistemas de control que se centran en la prevención en lugar de basarse principalmente en el ensayo del producto final. Puede aplicarse a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde el productor primario hasta el consumidor final, y

su aplicación deberá basarse en pruebas científicas de peligros para la salud humana. Además de mejorar la inocuidad de los alimentos, la aplicación del sistema puede ofrecer otras ventajas significativas, facilitar asimismo la inspección por parte de las autoridades de reglamentación, y promover el comercio internacional al aumentar la confianza en la inocuidad de los alimentos (FAO, 2005).

EL MANEJO SANITARIO Y LAS BUENAS PRÁCTICAS EN LA PRODUCCIÓN DE CARNE VACUNA

El manejo sanitario comprende un conjunto de acciones, tendientes a garantizar la salud animal y la inocuidad de sus productos, mediante medidas de prevención, control y/o erradicación de enfermedades; y la prescripción y administración de fármacos, tratamientos terapéuticos y quirúrgicos realizados con responsabilidad y ética profesional por un médico veterinario. El manejo sanitario se realiza de acuerdo con las disposiciones establecidas por la autoridad sanitaria nacional competente, para lo cual las explotaciones deben contar con la asesoría técnica de un profesional médico veterinario colegiado y habilitado, que permita tener una cuidadosa observación del surgimiento de enfermedades, el tratamiento de estas y disponer de un registro de sus visitas (SENASA, 2014). Todos los medicamentos, productos biológicos y químicos de uso veterinario, así como los aditivos para uso y consumo animal, deben estar registrados y establecidos por la autoridad sanitaria nacional competente. La prescripción y aplicación de medicamentos y aditivos veterinarios deben estar bajo la responsabilidad de un profesional médico veterinario (SENASA, 2014).

Es importante señalar que debido a que los procesos de manufactura empleados en la obtención de productos cárnicos contribuyen de forma incierta y reducida a disminuir los residuos de medicamentos es indispensable, en principio, la aplicación de buenas prácticas ganaderas y el uso responsable de productos veterinarios (Rana, 2019). El abordaje integral de buenas prácticas ganaderas y de reducción de situaciones de insalubridad o estrés para los animales posee un límite en los sistemas ganaderos debido a que existen situaciones inevitables de estrés animal y condiciones medioambientales que puedan predisponer la aparición de enfermedades.

La detección temprana de problemas de salud es esencial para una intervención oportuna que mejore el éxito del tratamiento, y evite el uso masivo de productos

antimicrobianos y promueva la producción sostenible. La evaluación del comportamiento de los animales provee información valiosa acerca de su estado general (Uenishi *et al.*, 2021), pero, en particular, ciertos cambios de comportamiento pueden tener valor diagnóstico ya que suelen preceder o acompañar a los signos clínicos y subclínicos de una enfermedad. La conducta de enfermedad abarca cambios en la alimentación, bebida y defecación, así como patrones de conductas sociales, locomoción y postura. No obstante, estos cambios sutiles en el comportamiento no son fáciles de cuantificar y requieren largas observaciones por parte del personal, por lo cual no es práctico a escala comercial (Matthews *et al.*, 2016).

Para abordar de forma integral el bienestar animal y contribuir de manera eficiente a la reducción del uso de los antimicrobianos existen protocolos de valoración del bienestar asociados a los cinco dominios de los animales: (i) nutrición, (ii) entorno, (iii) salud, (iv) comportamiento y (v) estado mental. Todos los dominios interactúan y es posible diagnosticar su condición actual mediante la aplicación de protocolos para diagnóstico de bienestar. Este diagnóstico es fundamental para la generación de propuestas de mejoras y la planificación del seguimiento posterior del proceso de producción. Los protocolos contemplan indicadores de bienestar positivo para fomentar la calidad de vida como son el ambiente físico (características del entorno) y comportamental (expresiones faciales e indicadores de confort asociado al descanso y socialización).

Un adecuado manejo sanitario de los animales favorece la eficiencia del sistema, la salud y el bienestar animal; contribuye a la inocuidad y calidad de los productos; y fortalece el proceso de comercialización a nivel regional, nacional e internacional. Las buenas prácticas ganaderas en la gestión de la salud animal tienen como objetivos: (i) identificar, ordenar y mejorar las acciones a realizar en la actividad productiva (Red BPA, 2019), (ii) brindar productos acorde a las nuevas demandas de consumo y comercialización, (iii) dar seguimiento a la calidad e inocuidad del producto ("del campo a la mesa") en la cadena alimentaria y (iv) controlar que los productos no contengan residuos que afecten el medio ambiente, arriesguen la salud de las personas que participan en su elaboración y de la población en general, y se cuide del bienestar de los animales (Vargas Terán, 2009). A continuación, se detallan una serie de buenas prácticas ganaderas asociadas a la gestión del uso

de medicamentos veterinarios que son responsabilidad de los productores ganaderos en supervisión por un médico veterinario (OIE, 2019):

- conocer y respetar las restricciones relativas a los medicamentos biológicos;
- utilizar medicamentos veterinarios y productos biológicos según las instrucciones del fabricante o a la prescripción del veterinario;
- utilizar productos antimicrobianos única y exclusivamente conforme a lo dispuesto por la reglamentación y por otras pautas veterinarias y sanitarias;
- llevar registros detallados del origen y uso de todos los medicamentos y productos biológicos;
- mantener las condiciones de almacenamiento necesarias para los medicamentos veterinarios;
- asegurar de los tratamientos o procedimientos se lleven a cabo con instrumentos apropiados y calibrados para la administración de medicamentos veterinarios y productos biológicos;
- mantener en la explotación a todos los animales tratados hasta que expiren los períodos de espera pertinentes y asegurar de que los productos derivados de los animales tratados no se utilicen para consumo humano hasta que hayan transcurrido esos períodos de espera;
- garantizar que las instalaciones destinadas a la manipulación o el tratamiento de los animales sean seguras y apropiadas para la especie en cuestión.

Para fortalecer el estatus de la Argentina como un productor de carne inocua, es necesaria la disposición de recursos humanos y económicos para valorar la situación actual y proponer nuevas políticas de producción dado que persiste una importante brecha entre las recomendaciones que se elaboran y las que se adoptan. Por cuanto es necesario trabajar en conjunto con los productores de alimentos y concientizarlos de los efectos del uso desmedido de productos antimicrobianos. A partir de la aplicación de las buenas prácticas ganaderas y de la preservación del bienestar de los animales es posible reducir los efectos negativos del estrés sobre la capacidad de respuesta inmune y la menor incidencia de enfermedades. En la etapa posterior a la producción primaria, es importante verificar con carácter científico la inocuidad alimentaria, cumplimentar normas y asegurar sistemas sólidos de control regulatorio para garantizar la inocuidad de la carne y la salud de los consumidores.

CONCLUSIONES

La presencia de residuos de productos veterinarios en carne es una problemática que puede evitarse. Dado que las buenas prácticas de manufactura implican procesos que pueden alterar la calidad sensorial de la carne, es necesario reforzar las buenas prácticas ganaderas para mantener niveles bajos o nulos de residuos de medicamentos. Además, las conductas de los animales relacionadas con la higiene y la salud (sociabilización, dinámica del desplazamiento, descanso, consumo, entre otras) comienzan a aplicarse a nivel mundial a través de herramientas tecnológicas que permiten identificar rápidamente los problemas y enfocar acciones para

evitar el uso masivo de antimicrobianos. El camino de la mejora del bienestar animal requiere compromiso de los participantes de las cadenas pecuarias, de las entidades académicas y de investigación. Será necesaria la promoción de políticas públicas que acompañen y respalden el desarrollo de herramientas eficaces y prácticas que fomenten una mejora continua del bienestar basado en el enfoque contemporáneo de considerar al animal como un individuo sintiente y digno de una buena vida. Este compromiso con los imperativos morales innegables y la sostenibilidad nos guía hacia un futuro en el que cada ser sintiente pueda tener una existencia digna.

BIBLIOGRAFÍA

- Broom, D. M. (2004). *Bienestar animal. Etología aplicada* (pp. 51-87). En: Galindo Maldonado, G. y Orihuela Trujillo, A. (Eds.). UNAM. https://www.researchgate.net/publication/299608187_Bienestar_animal#fullTextFileContent
- Cantón, L., Signorini Porchietto, M., Cantón, C., Dominguez, M., Farias, C., Álvarez, L., Lanusse, C., Moreno Torrejon, L. (2021). *Evaluación de riesgo cuantitativa de la presencia de ivermectina en tejidos bovinos y porcinos*. 44° Congreso Argentino de Producción Animal; 2021; 140-140, <http://hdl.handle.net/11336/169893>
- Caracostantogolo, J., Castaño, R., Cutullé, C., Cetrá, B., Lamberti, R., Olaechea, F., Ruiz, M., Schapiro, J., Martínez, M., Balbiani, G. y Castro, M. (2005). Evaluación de la resistencia a los antihelmínticos en rumiantes en Argentina. En: *Resistencia a los antiparasitarios internos en Argentina* (pp. 7-14). FAO Producción y sanidad. <http://helmino.inta.gob.ar/patobiologia/pdf%20parasitarias/Resistencia%20%20a%20%20antihelminticos%20en%20Argentina.pdf>
- Castillo, B. y Mejía-Dueñas, C. (2023). Exposición a plaguicidas en Latinoamérica. *Rev. Cienc. Forenses Honduras*, 9(1), 14-25. <https://doi.org/10.5377/rcfh.v9i1.16389>
- Center for Disease Control and Prevention-CDC. (2015). *Preguntas y respuestas sobre la resistencia a los antibióticos*. <https://www.cdc.gov/antibiotic-use/community/sp/about/antibiotic-resistance-faqs.html>
- Doyle, M. E. (2006). *Veterinary drug residues in processed meats-potential health risk*. *Food Research Institute (FRI Briefings)*. http://www.wisc.edu/fri/briefs/FRIBrief_VetDrgRes.pdf
- Grandin, T. (2017). On-farm conditions that compromise animal welfare that can be monitored at the slaughter plant. *Meat Science*, 132, 52-58. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.05.004>
- Gómez Alarcón, R. G. (2000). *Neumonías en el feedlot*. *Forraje & Granos Agribusiness Journal*, 59(5), 28-31.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos-INDEC. (2019). Complejos exportadores. Ministerio de Hacienda, Presidencia de la Nación. *Informes Técnicos*, 3, 11-12. https://www.indec.gov.ar/uploads/informesdeprensa/complejos_03_19.pdf
- Kabir, J., Umoh, V. J., Okoh, E., Umoh, J. U. y Kwaga, J. K. (2004). Veterinary drug use in poultry farms and determination of antimicrobial drug residues in commercial eggs and slaughtered chicken in Kaduna State, Nigeria. *Food Control*, 15, 99-105. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713503000203>
- Jackson, F. (1993). Anthelmintic resistance-the state of play. *Br. Vet J.*, 149(2), 123-38. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8485639>
- Lubbers, B. V. y Hanzlicek, G. A. (2013). Antimicrobial multidrug resistance and coresistance patterns of Mannheimia haemolytica isolated from bovine respiratory disease cases: A three-year (2009-2011) retrospective analysis. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 25(3), 413-417. <http://krex.k-state.edu/dspace/bitstream/handle/2097/16768/LubbersJVetDiagInvest2013.pdf;sequence=1>
- Marrugo Padilla, A., Méndez-Cuadro, D. y Rodríguez, E. (2021). Tetracycline residues induce carbonylation of milk proteins and alter their solubility and digestibility. *International Dairy Journal*, 125, 105226. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105226>
- Matthews, S. G., Miller, A. L., Clapp, J., Plötz, T. y Kyriazakis, I. (2016). Early detection of health and welfare compromises through automated detection of behavioural changes in pigs. *The Veterinary Journal*, 217, 43-51. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2016.09.005>
- Miranda, A. O., Zielinski, G. C. y Rossanigo, C. (2014). *Sanidad en el feedlot*. INTA. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_sanidad_en_el_feedlot.pdf
- Mota, R. G. y Marçal, W. S. (2019). Comportamento e bem-estar animal de bovinos confinados: Alternativas para uma produção eficiente, rentável e de qualidade: Revisão bibliográfica. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, 13(1), 125-141. <http://www.higieneanimal.ufc.br/seer/index.php/higieneanimal/article/view/500/2647>
- Ocampos, O. D., Bohrer de Azevedo, E. y Tobal, C. (2005). Efecto de la concentración de ivermectina sobre el control de parásitos internos y el desempeño productivo de bovinos. *Ciencia Veterinaria*, 17(1). <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/revet/v17n1a02ocampos.pdf>
- Odeón, M. y Romera, S. A. (2017). Estrés en ganado: causas y consecuencias. *Rev. Vet.*, 28(1), 69-77. <http://dx.doi.org/10.30972/vet.2811556>
- Oficina Internacional de Epizootias-OIE. (2019). *Guía de buenas prácticas ganaderas para la seguridad sanitaria de los alimentos de origen animal*. OIE-FAO. https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Current_Scientific_Issues/docs/pdf/esp_guide.pdf

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO. (1999). *Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias*. <https://www.fao.org/3/x0203s/x0203s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO. (2003). *Resistencia a los antiparasitarios: estado actual con Énfasis en América Latina*. FAO. <http://www.fao.org/3/Y4813S/y4813s03.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO. (2005). *Codex Alimentarius - Higiene de los Alimentos* (pp 35-40). <https://www.fao.org/3/y5307s/y5307s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO. (2019). *El futuro de la inocuidad alimentaria. Primera conferencia internacional FAO / OMS / UA sobre inocuidad alimentaria*. Addis Abeba, 12-13 de febrero 2019. <https://www.fao.org/3/CA2961ES/ca2961es.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO. (2022). *Pesticide residues in food*. FAO. <http://www.inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/v097pr09.htm>
- Organización Mundial de la Salud-OMS. (2018). *Resistencia a los antibióticos*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/resistencia-a-los-antibi%C3%B3ticos>
- Organización Mundial de la Salud-OMS. (2017). *Dejemos de administrar antibióticos a animales sanos para prevenir la propagación de la resistencia a los antimicrobianos*. <https://www.who.int/es/news-room/detail/07-11-2017-stop-using-antibiotics-in-healthy-animals-to-prevent-the-spread-of-antibiotic-resistance>
- Organización Mundial de la Salud-OMS. (2015). *Manual sobre las cinco claves para la Inocuidad de los Alimentos*. http://www.who.int/food-safety/publications/consumer/manual_keys_es.pdf
- Pan American Health Organization y World Health Organization-PHAO/WHO. (2018). *Historia del sistema HACCP*. PHAO/WHO. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6385994/>
- Plumb, D. C. (2011). *Plumb's veterinary drug handbook* (pp. 1261-1266). John Wiley & Sons.
- Qian, J., Wu, Z., Zhu, Y. y Liu, C. (2022). One health: a holistic approach for food safety in livestock. *Science in One Health*, 1, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.soh.2023.100015>
- Red de Buenas Prácticas Agropecuarias-Red BPA. (2019). *Buenas prácticas ganaderas: guía para la implementación en la producción de Ganado vacuno de carne*. http://www.redbpa.org.ar/docs/Buenas_practicas_ganaderas_072019.pdf
- Rovira, P. (2008). *Residuos en carne: una visión desde el sector productivo*. INIA. https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R127/R_127_38.pdf
- Sánchez Segura, M., González García, R. M., Cos Padrón, Y. y Macías Abraham, C. C. (2007). Estrés y sistema inmune. *Rev. Cubana Hematol. Inmunol. Hemoter.* 23(2), 0-0. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892007000200001
- Sarli, M., Torrents, J., Toffaletti, J., Morel, N., Nava, S. (2023). Evaluation of the impact of successive acaricide treatments on resistance evolution in *Rhipicephalus microplus* populations: Monodrugs versus drug combinations. *Research in Veterinary Science*, 164, 105040. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2023.105040>
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria-SENASA. (2011). Resolución 559 / 2011 - Límites de residuos en alimentos de origen animal. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-559-2011-185988>
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria-SENASA. (2014). *Requisitos generales y recomendaciones para la aplicación de las buenas prácticas ganaderas*. <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2014/12/GUIA-DE-BUENAS-PRACTICAS-GANADERAS1.pdf>
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria-SENASA. (2017). *Resguardo de la inocuidad de la carne*. <http://www.senasa.gob.ar/senasa-comunica/noticias/resguardo-de-la-inocuidad-de-la-carne>
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria-SENASA. (2018). Resultados de Plan CREHA 2017. https://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/ARBOL_SENASA/ANIMAL/ABEJAS/PROD_PRIMARIA/PLAN_CREHA/CTROL_RES/res_res_2017_pag_web_0.pdf
- Siegford, J. M, Steibel, J. P., Han, J., Madonna, B., Brown-Brandl, T., Dórea, J., Morris, D., Norton, T., Psota, E. y Rosa, G. (2023). The quest to develop automated systems for monitoring animal behavior. *Applied Animal Behaviour Science*, 265, 106000. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2023.106000>
- Sota Busselo, M. (2016). *Impacto de la resistencia a los antimicrobianos*. <http://www.microbiologiaysalud.org/wp-content/uploads/2016/02/1-M-Sota-Busselo-Repercusi%C3%B3n-de-la-resistencia.pdf>
- Unión Europea. (2009). *Reglamento (UE) N° 37/2010 de la Comisión relativo a las sustancias farmacológicamente activas y su clasificación por lo que se refiere a los límites máximos de residuos en los productos alimenticios de origen animal*. <https://www.boe.es/doue/2010/015/L00001-00072.pdf>
- Uenishi, S., Oishi, K., Kojima, T., Kitajima, K., Yasunaka, Y., Sakai, K., Sonoda, Y., Kumagai, H. y Hirooka, H. (2023). A novel accelerometry approach combining information on classified behaviors and quantified physical activity for assessing health status of cattle: a preliminary study. *Applied Animal Behaviour Science*, 235, 105220. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105220>
- Vargas Terán, M. (2009). *Buenas prácticas ganaderas*. FAO. http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/animal/pdf/BPG.pdf