

## ESTUDIO ECONÓMICO DE LA INFECCIÓN POR *Brucella abortus* EN GANADO BOVINO DE LA REGIÓN DEL SUMAPAZ, COLOMBIA

N. E. Arenas<sup>1</sup>, V. Moreno<sup>1\*</sup>

Artículo recibido: 16 de mayo de 2016 • Aprobado: 16 de diciembre de 2016

### RESUMEN

La brucelosis bovina es una de las enfermedades zoonóticas de mayor prevalencia en Colombia y su impacto económico es poco conocido. El objetivo del presente estudio fue evaluar los costos generados por los casos de brucelosis registrados entre pequeños y medianos productores ganaderos de la región del Sumapaz, Colombia. Se realizó un estudio descriptivo basado en una encuesta que incluyó egresos registrados por los casos de brucelosis bovina con diagnóstico confirmado en 25 unidades productivas ganaderas. Las pérdidas económicas oscilaron entre \$1.680.000 COP, (\$588 USD) y \$2.205.000 COP (\$772 USD) en producción lechera y podrían llegar a los \$6.885.000 (\$2.412 USD) anuales por animal de acuerdo con los costos registrados en este estudio. Se concluye que la brucelosis tiene un alto impacto económico para los productores ganaderos de la región del Sumapaz. El costo-beneficio de la implementación de programas para la erradicación de enfermedades zoonóticas como la brucelosis podría contribuir significativamente al desarrollo económico y bienestar de la población ganadera de la región. **Palabras clave:** *Brucella abortus*, zoonosis, ganadería, salud animal, análisis costo-beneficio. [Fuente: DeCS].

### ECONOMIC IMPACT OF *Brucella abortus* INFECTION IN CATTLE FROM THE SUMAPAZ REGION, COLOMBIA

#### ABSTRACT

Bovine brucellosis is a zoonotic disease with a high prevalence and unknown economic losses in Colombia. Our aim was to evaluate the brucellosis costs recorded by middle and small livestock farmers from the Sumapaz region, Colombia. This descriptive study was conducted with expense records spent to control bovine brucellosis cases for 25 participant farmers. Economic losses ranged between \$588 USD (\$1'680.000 COP) and \$772 USD (\$2'205.000 COP) in milk production and overall \$2,412 USD (\$6'885.000 COP) / cow per year according to our cost record. In conclusion, brucellosis has a high economic impact for livestock farmers from the Sumapaz region. The cost-benefit of eradication programs for zoonotic diseases such as brucellosis might contribute to the economic development and welfare of livestock farmer communities.

**Key words:** *Brucella abortus*, zoonoses, animal husbandry, veterinary medicine, cost-benefit analysis [Source: MeSH and DeCS].

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca. Diagonal 18 no. 20-29, Fusagasugá, Cundinamarca (Colombia).

\* Autor de correspondencia: vilma@mail.unicundi.edu.co

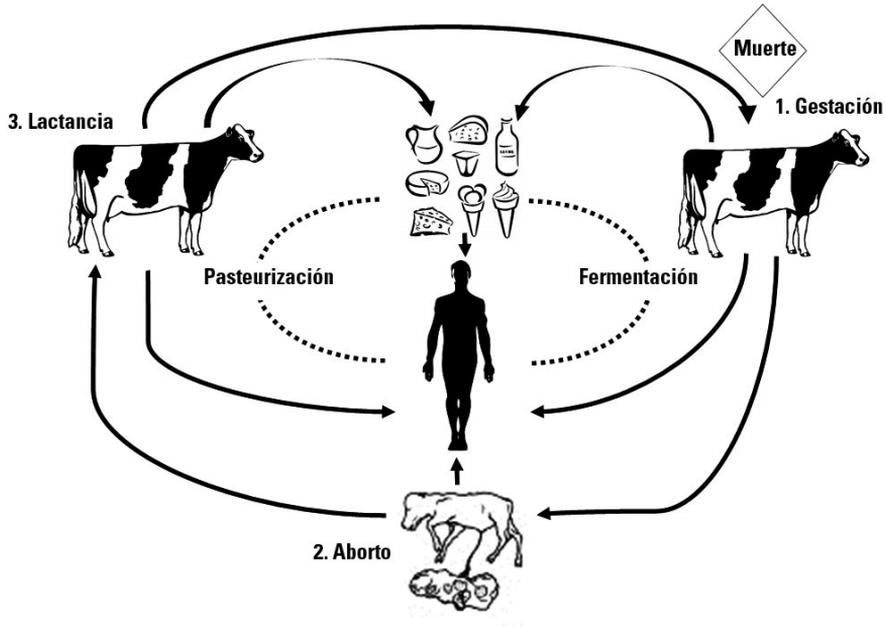
## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción agropecuaria en la región de Sumapaz, y en general en todo el país, demandan estándares internacionales de calidad e inocuidad para la comercialización del producto final. A tal fin, los estándares de admisibilidad deben seguir los lineamientos establecidos en las buenas prácticas de producción pecuaria; a su vez, estos son evaluados y certificados en el país por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), a través del sistema oficial de inspección, vigilancia y control de productos ganaderos comestibles y derivados destinados para el consumo humano (Uribe *et al.* 2011). Dicho sistema establece los requerimientos para la certificación en buenas prácticas ganaderas (BPG) regulada en los decretos 616 de 2006 y 1500 de 2007 del Ministerio de la Protección Social y mediante las resoluciones 2341 de 2007 y 3585 de 2008 emitidas por el ICA.

Las BPG se definen como todas aquellas actividades asociadas con la producción primaria y la transferencia de productos alimenticios derivados de la actividad ganadera que busca asegurar la inocuidad y calidad del producto final (Fedegan 2010; Uribe *et al.* 2011). A través de la implementación de BPG en los sistemas ganaderos se pueden reconocer los niveles de producción y acumulación de conocimiento científico y tecnológico existente en las comunidades rurales con el fin de modernizar la producción ganadera. En dicho contexto, el mayor desafío para la implementación de las BPG en la región del Sumapaz —y en general en Colombia—, se aplica para toda la ganadería tradicional; es decir, para los pequeños y medianos productores que regularmente proveen el mercado local de productos lácteos y cárnicos (Santacoloma-Varón 2015).

La certificación en BPG se articula con políticas de salud pública orientadas a la erradicación de enfermedades zoonóticas de alto riesgo y prevalencia, como la brucelosis y la tuberculosis que, a su vez, afectan la admisibilidad de la producción ganadera en el mercado internacional (Carulla y Ortega 2016; Homem *et al.* 2016). Por ello se hace necesario la incorporación de BPG en las unidades de producción ganadera (UPG) para el control de dichas enfermedades; así también, el desconocimiento de las mismas hace vulnerables a los ganaderos y genera significativas pérdidas económicas (FNG 2012). Adicionalmente, los lácteos y sus derivados sin pasteurizar, cuando se comercializan en el mercado local sin control de esterilidad —tal como ocurre en la región del Sumapaz—, podrían infectar a los consumidores finales generando problemas de mayores proporciones en el ámbito de la salud humana (Leong *et al.* 2015; Rock *et al.* 2016).

La brucelosis bovina es una enfermedad zoonótica producida por especies de *Brucella* sp.; específicamente se reconoce a *Brucella abortus* como el agente etiológico más prevalente en bovinos de todas las edades, pero persiste con mayor frecuencia en animales sexualmente adultos, principalmente en ganaderías de cría y leche (Lucero *et al.* 2008; Pappas *et al.* 2006). La bacteria puede ser eliminada en leche, heces, fluidos vaginales, orina, fetos abortados, placentas y terneros aparentemente sanos de vacas infectadas (Figura 1) (Moreno 2014). La brucelosis limita el desarrollo de la ganadería y las posibilidades de exportar; así, en Colombia se reporta una prevalencia que oscila entre 1 y 5% (Carulla y Ortega 2016; Motta *et al.* 2014; Reyes *et al.* 2010; Tique *et al.* 2009; Tique *et al.* 2010). Aunque es claro el impacto en la producción, existen



**FIGURA 1.** Ciclo infeccioso de *Brucella abortus*. 1. Una vaca en estado de gestación (preñez) puede abortar como consecuencia de una infección con *B. abortus*. 2. El humano puede contagiarse por contacto con tejidos, sangre, orina, secreciones vaginales, fetos abortados o placentas de animales infectados; la bacteria puede persistir en el ambiente y eventualmente colonizar las ubres de las vacas. 3. Si una vaca está infectada con *B. abortus* y se halla en estado de lactancia, el microorganismo también se puede diseminar al hombre por consumo de leche cruda y productos lácteos sin pasteurizar (adaptada de Moreno 2014).

pocas estimaciones acerca del impacto económico para el productor ganadero. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue estimar el impacto económico de la brucelosis en UPG de pequeños y medianos ganaderos de la región del Sumapaz, Cundinamarca.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

**Área de estudio**

La provincia del Sumapaz está constituida por diez municipios del departamento de Cundinamarca y se localiza al suroccidente de Bogotá D.C. Las actividades

pecuarias de la provincia incluyen: producción bovina (carne y leche), porcina, avícola (postura y engorde) y piscícola. En 2016, el censo bovino del departamento de Cundinamarca ascendió a 1.256.535 cabezas de ganado que representa el 5,6% de la población bovina del país. Los municipios más destacados por su población bovina en la región del Sumapaz fueron: Fusagasugá (13.882 cabezas de ganado), Arbeláez (6.786 cabezas (9.285 cabezas). Históricamente, la región presentó un descenso significativo de la producción lechera al pasar de 168.216 l/día en 2007 a 117.538 l/día en 2009 (ICA 2016).

## Tipo de estudio y población

Se realizó un estudio descriptivo observacional basado en los registros de costos de los productores ganaderos durante la implementación de un programa de BPG en el año 2015. Se incluyó una muestra de 546 bovinos pertenecientes a 25 UPG de pequeños y medianos productores localizadas en el Sumapaz. Las UPG se incluyeron según criterios de selección similares entorno a variables como: actividad productiva, extensión de predios, resultados del análisis de agua, análisis de inocuidad de leche, estudio de suelo, análisis bromatológicos, muestreo de tuberculosis y brucelosis bovina en animales y productores, vacunación contra rabia para caninos y felinos, vacunación de bovinos contra el carbón y diagnóstico de leptospirosis.

## Recolección de información sobre costos y pérdidas económicas

Se aplicó una metodología de encuesta directa a productores con actividad ganadera (producción de leche y/o carne) y se diligenció un detallado formato relativo al impacto económico de la infección por brucelosis en vacas con diagnóstico confirmado. Los costos y pérdidas económicas fueron clasificadas así: costos asociados con la enfermedad y la productividad, reflejados en la producción láctea, la producción de crías y el crecimiento; costos asociados con las estrategias de control, como servicios veterinarios, sacrificio y transporte de ganado; costos indirectos de las estrategias de control, como variabilidad de precios de los productos en el mercado, restricciones en la movilización de animales y costos asociados con la disposición final de cadáveres de animales (Claros *et al.* 2005). Los precios vigentes en el mercado declarados por proveedores de insumos, servicios técnicos y comercia-

lizadores locales al momento del estudio se presentan en la Tabla 1. El diagnóstico de brucelosis se realizó mediante ELISA-indirecto en un tamizaje inicial y a través de un ELISA-competitivo como prueba confirmatoria en animales positivos de acuerdo al método previamente estandarizado (Rivera A *et al.* 2003).

## Análisis estadístico

Para la caracterización de las UPG y el balance de costos se elaboró una base de datos en la herramienta Excel (Microsoft Office® v2013). Se realizó un biplot usando un análisis de componentes principales y análisis multivalente discriminante para examinar el comportamiento de las diferentes variables entre las UPG y asegurar la homogeneidad de la población estudiada.

## RESULTADOS

Los parámetros permitieron caracterizar una población de pequeños y medianos productores ganaderos como un grupo altamente homogéneo; sin embargo, a partir de algunos cambios en la dirección vectorial del biplot, se determinó la tendencia de que algunos factores se conviertan en aspectos críticos (Figura 2). Este análisis evidenció la homogeneidad de la población muestreada y que ningún o pocos factores externos u ambientales pudieron perturbar las tendencias obtenidas a partir de los registros económicos para brucelosis exclusivamente.

En las 25 UPG se detectaron 24 animales positivos lo cual equivale a una prevalencia de brucelosis de 4,2% (Figura 3). Las pérdidas económicas generadas por esta infección se establecieron con base a los costos promedios al momento del estudio en pesos colombianos (COP) y dólares americanos (USD) con una tasa representativa de mercado de 2854,5 COP (ver Tabla 1).

**TABLA 1.** Costos reportados en 25 UPG del Sumapaz asociados con pérdidas económicas por brucelosis (año 2015). COP: pesos colombianos y USD: dólares americanos.

Bienes y servicios	Valor unitario (COP)	Cantidad*	Total (COP)	Total (USD)
1 litro de leche (baja producción)	700	7	4.900	1,7
1 litro de leche (alta producción)	700	15	10.500	3,7
Ganado propósito carne	500.000	1	500.000	175,2
Días abiertos/día	18.000	150	2.700.000	945,9
Aborto (Inseminación artificial)**	3.800.000	1	3.800.000	1.331,2
Aborto (Inseminación artificial)***	1.900.000	1	1.900.000	665,6
Servicios veterinarios	45.000	2	90.000	31,5
Medicamentos	60.000	1	60.000	21,0
Parámetros reproductivos	120.000	1	120.000	42,0
Manejo sanitario	200.000	1	200.000	70,1
Transporte de animales	200.000	1	200.000	70,1
Disposición final de cadáveres de animales	150.000	1	150.000	52,5
Valor dólar (estimado en 2015)	2.854,5	1	2.854,5	1

Costos reportados en pesos colombianos (COP) y dólares americanos (USD). La tasa representativa del mercado (TRM) fue de 2854,5 COP.

\* Las cantidades pueden variar un poco de acuerdo con los parámetros productivos de cada animal.

\*\* Producción de leche.

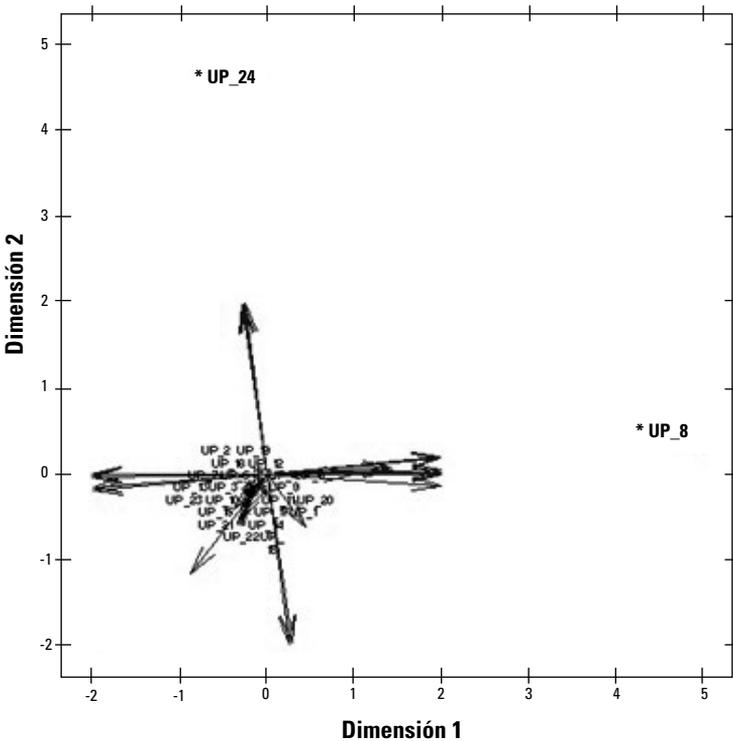
\*\*\* Producción de carne.

Según sus parámetros productivos, se calculó que en una vaca que aborta se pierde la inversión que se realiza durante la gestación, que es de aproximadamente \$8.000 COP diarios (USD 2,8); es decir que, si un bovino aborta hacia el séptimo mes, se estiman en \$1.680.000 (USD 588,5) los recursos que se invirtieron en la producción de una cría que no nació. En el caso de un macho abortado se estaría perdiendo el valor del peso de

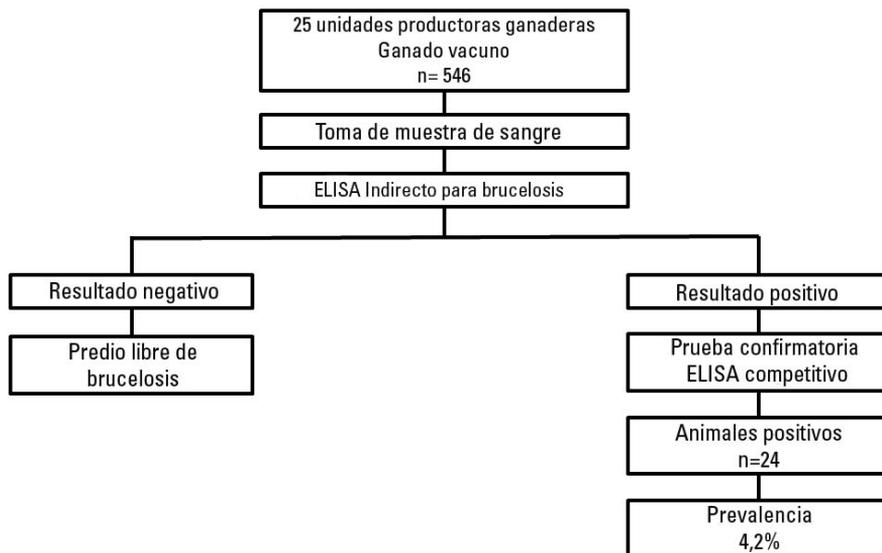
ese ternero, que puede ser alrededor de los \$70.000 (USD 24,5), si se trata de una ganadería lechera; en el caso de una ganadería de carne o doble propósito, se pierde el valor correspondiente a más de \$500.000 (USD 175,2). Los registros de gastos indicaron que, en una ganadería lechera, si el ternero abortado es una hembra, el suceso genera pérdidas en un rango entre \$1.500.000 y \$2.000.000 (USD 525-700,6). También, la vaca que

aborta pierde la lactancia; si se asumen 210 días (7 meses) de lactancia, con una producción promedio de leche diaria de 15 litros (\$700 por litro), las pérdidas equivalen a un valor aproximado de \$2.205.000 (USD 772,5) (ver Tabla 1). Adicionalmente, se debe incluir el valor productivo y genético del animal que resulta positivo en la prueba de ELISA. Es decir, un animal positivo que se debe enviar a la planta de sacrificio lo pagarían por su peso, de acuerdo con el valor establecido para el precio de la carne en ese momento, perdiendo de esta forma el valor agregado derivado de su potencial genético y productivo que puede ascender

a \$1.000.000 (USD 350,3) aproximadamente (Tabla 2). También, el bovino que aborta por brucelosis presenta problemas de infertilidad a futuro, alterando de manera negativa todos sus parámetros reproductivos (intervalo entre partos, días abiertos, porcentaje de preñez, natalidad, etc.), que es la forma real como se debe evaluar las pérdidas en la productividad ganadera. Por lo anteriormente expuesto, las pérdidas promedio en cada vaca que aborta debido a brucelosis bovina, oscilan entre \$6.000.000 COP (USD 2101,9) y \$7.000.000 COP (USD 2452,3), de acuerdo a los pequeños y medianos productores del Sumapaz (Tabla 2).



**FIGURA 2.** Biplot de 25 unidades productivas (UP) localizadas en la provincia del Sumapaz; cada una representa un factor que se agrupó en cuadrantes de acuerdo con las variables evaluadas para la implementación de BPG. La dimensión 1 incluyó las variables socio-demográficas de los productores y ambientales de las UP y la dimensión 2 las variables asociadas al sistema de producción y BPG.



**FIGURA 3.** Diagrama de flujo que representa el programa de tamizaje para brucelosis bovina en 25 UPG de la provincia del Sumapaz.

**TABLA 2.** Impacto económico de la brucelosis bovina en la producción ganadera de la región del Sumapaz.

Etapa productiva y/o producto	Costo diario (\$)	Período (meses)	Costo total (COP)	Costo total (USD)
Gestación	8.000	7	1.680.000	588,5
Leche	10.500	7	2.205.000	772,5
Productos cárnicos			500.000	175,2
Aborto de la hembra			1.500.000	525,5
Potencial genético y productivo del animal			1.000.000	350,3
<b>Total</b>			<b>6.885.000</b>	<b>2.412</b>

Costos reportados en pesos colombianos (COP) y dólares americanos (USD).

## DISCUSIÓN

La brucelosis continúa representando una de las enfermedades zoonóticas más frecuentes en los países en vía de desarrollo (Aznar *et al.* 2014; Lucero *et al.* 2008; Pappas *et al.* 2006). Dicha infección tiene consecuencias negativas, no sólo sobre la

salud y productividad animal, sino también la propia salud humana implicando un costoso y prolongado tratamiento. De este modo, en Colombia se han descrito, no sólo brotes en animales, sino también la afectación a ganaderos, vacunadores, trabajadores de mataderos e incluso prac-

ticantes (Guarnizo 2014; Méndez *et al.* 2013; Morales-Ortegón y Combariza-Bay 2004). Por lo anterior, es fundamental contar con un plan preventivo de vacunación en cada UPG de acuerdo con las enfermedades zoonóticas más comunes en cada finca y siguiendo los lineamientos del ICA. Los programas de vacunación han demostrado tener un efecto significativo en la producción, que se refleja en el costo-beneficio de la respectiva intervención (Alves *et al.* 2015; Astaiza-Martínez *et al.* 2012; Roth *et al.* 2003).

Las UPG certificadas cumplieron con los requerimientos técnicos y sanitarios para la erradicación de brucelosis bovina, y a la vez, reportan un incremento en la admisibilidad de los productos de la ganadería local, siendo éste uno de los requisitos para los productores que buscan exportar (Carulla y Ortega 2016). La implementación de las BPG contribuye así a mejorar significativamente la productividad y sostenibilidad de las UPG en la región porque aumenta la competitividad del productor en los mercados nacional e internacional.

Cuando las prácticas productivas de una región son armónicas con el ambiente, es muy posible que las comunidades alcancen un nivel de bienestar óptimo en términos de educación, trabajo bien remunerado y producción agropecuaria en la zona (Fedegan 2010). Así, las BPG pueden tener un impacto favorable en las poblaciones donde se implementan, pero se hace necesario que las instituciones públicas y privadas concentren esfuerzos para implementar programas viables a nivel económico y social, generando transformaciones a corto, mediano y largo plazo en las UPG (Uribe *et al.* 2011). Se debe resaltar que en Colombia actualmente existen beneficios económicos para la

erradicación de la enfermedad, pues en la Resolución 012 de 2007 el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural ha establecido estímulos económicos para los hatos libres de enfermedades zoonóticas y certificados en BPG (MADR 2017).

La muestra final del estudio correspondió a 24 UPG de 25, debido a que una UPG se retiró por presentar nueve vacas positivas a brucelosis. Las razones del abandono fueron el alto costo económico para el productor que representaba sacrificar los animales infectados o venderlos a un costo inferior al esperado; ello entrañó una falta de responsabilidad social, pues no se interrumpe la cadena de transmisión del patógeno y se incrementa el riesgo de diseminación a animales sanos (Claros *et al.* 2005; Xolalpa *et al.* 2010).

Adicionalmente, a aquellas ganaderías que movilizan constantemente un gran volumen de animales, una vez son certificadas como libres de enfermedades de control oficial como la brucelosis, no se les exige que los animales sean evaluados para la realización de pruebas diagnósticas (técnica de rosa de bengala y ELISA indirecto y/o competitivo); con esto se ahorran el valor del material, el servicio de toma de muestra, el valor de la prueba y el tiempo. Al final del estudio solo 16 UPG (correspondientes a 64%) lograron certificarse como fincas libres de brucelosis. Los productores que no terminaron el proceso de implementación de BPG, atribuyeron su retiro al alto costo económico de la brucelosis y a la desconfianza sobre el sistema bancario para acceder a créditos financieros.

En Colombia, asumiendo una prevalencia de brucelosis del 4% en una población bovina de 22.555.549 individuos reportada en 2016 (Carulla y Ortega 2016; ICA 2016), los costos podrían

alcanzar \$6,2 billones de pesos colombianos (equivalentes a \$2.176 millones de dólares, aproximadamente) de acuerdo con los registros de pérdidas de pequeños y medianos ganaderos del Sumapaz. En contraste, los costos económicos en regiones brasileñas oscilaron entre \$66,5 y 123 dólares por animal/año y se calcula que las pérdidas anuales del país alcanzaron los \$448 millones de dólares (Santos *et al.* 2013). En Argentina se calcularon en aproximadamente \$60 millones de dólares anuales, mientras en Centro América se acercan a \$25 millones de dólares/año (Moreno 2002). En países asiáticos, como India, los costos se estimaron en \$3,4 billones de dólares anuales (Singh *et al.* 2015). Las anteriores cifras sugieren que podría existir una subestimación económica del problema de brucelosis en algunos países con similares grados de tecnificación ganadera y prevalencias de brucelosis cercanas a la reportada en Colombia.

## CONCLUSIONES

En este estudio se estimó que las pérdidas económicas por infección por *Brucella abortus* pueden llegar hasta \$6.885.000 por animal/año en la región estudiada. Los resultados descritos en este estudio son consistentes con los reportes de pérdidas económicas estimadas por el ICA para Colombia, que oscilaron entre 3 y 10 millones de pesos por animal infectado al año, según el sistema de producción (FNG 2012). Los resultados de este estudio describen el alto impacto económico de la brucelosis para la producción ganadera de la región del Sumapaz y, a la vez, evidencian el patrón costo-beneficio de los programas de inspección, vigilancia y control que pretenden asegurar la inocuidad y calidad del producto (Montano *et al.* 2007). Sin embargo, se requieren estudios adicionales

para estimar el impacto económico de la brucelosis y otras infecciones zoonóticas asociadas a la producción ganadera en el país.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar sus agradecimientos al Comité de Ganaderos de la Provincia del Sumapaz (COMIGAN), la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC) y a la Dirección de Investigación de la Universidad de Cundinamarca, por el apoyo financiero. Se agradece la participación de Iván Darío Cruz, Diego Abril y Paola Valencia por su asistencia técnica durante la fase de campo.

## REFERENCIAS

- [Fedegan] Federación Colombiana de Ganaderos. 2010. Buenas Prácticas Ganaderas. pag 66. Bogota, Colombia. [Citado 2016 Jun. 5]. Disponible en: <http://www.fedegan.org.co/buenas-practicas-ganaderas>.
- [FNG] Fondo Nacional del Ganado. 2012. Programa de Prevención, Control y Erradicación de la Brucelosis Bovina. [Citado 2016 may. 15]. Disponible en: <http://www.fedegan.org.co/programas/programa-de-prevencion-control-y-erradicacion-de-la-brucelosis-bovina>.
- Alves AJS, Rocha F, Amaku M, Ferreira F, Telles EO, Grisi-Filho JHH, Dias RA. 2015. Economic analysis of vaccination to control bovine brucellosis in the States of Sao Paulo and Mato Grosso, Brazil. *Prev Vet Med.* 118(4):351-358. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.12.010>.
- Astaiza-Martínez JM, Benavides-Melo JC, Díaz-Rojas JA. 2012. Estudio de costo-efectividad del programa de vacunación contra *Brucella abortus* en bovinos en el departamento de Nariño. *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm.* 41(2):167-86.
- Aznar M, Samartino L, Humblet MF, Saegerman C. 2014. Bovine brucellosis in Argentina and bordering countries: update. *Transbound Emerg Dis.* 61(2):121-133. DOI: 10.1111/tbed.12018.

- Carulla JE, Ortega E. 2016. Dairy production systems of Colombia: challenges and opportunities. *Arch Latinoam Prod Anim.* 24(2):83-87.
- Claros AJW, Camacho AS, Gonzalez AE. 2005. Pérdidas económicas por brucelosis bovina en un hato lechero (Provincia Andrés Babiénez, departamento de Santa Cruz) [Tesis de pregrado]. [Santa Cruz de la Sierra, Bolivia] Universidad Autónoma Gabriel René Moreno.
- Guarnizo PL. 2014. Estudio descriptivo de la presentación de brucelosis humana en Colombia desde 2000 hasta 2012. *Rev Med Vet.* (28):67-79. DOI: <http://dx.doi.org/10.19052/mv.3182>.
- Homem VSF, De Morais-Higa ZM, Neto JSF. 2016. Proposed model to study the economic impact of bovine brucellosis and tuberculosis: Case study of Pirassununga, SP, Brazil. *Semin Cien Agrar.* 37(5Supl2):3793-3802. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n5Supl2p3793>.
- ICA. 2016. Censo Pecuario Nacional. Bogotá, Colombia. [Citado 2016 may. 17]. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/getdoc/8232c0e5-be97-42bd-b07b-9cdbfb07fcac/Censos-2008.aspx>.
- Leong KN, Chow TS, Wong PS, Hamzah SH, Ahmad N, Ch'ng CC. 2015. Outbreak of human brucellosis from consumption of raw goats' milk in Penang, Malaysia. *Am J Trop Med Hyg.* 93(3):539-541. DOI: 10.4269/ajtmh.15-0246.
- Lucero N, Ayala S, Escobar G, Jacob N. 2008. *Brucella* isolated in humans and animals in Latin America from 1968 to 2006. *Epidemiol. Infect.* 136(04):496-503. DOI: 10.1017/S0950268807008795.
- [MADR] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2007. Resolución 00012 de 2007: por la cual se establece el sistema de pago de la leche cruda al productor [Internet]. Bogotá (CO): Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; [consultado 2016 may. 1]. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=22767>.
- Méndez IA, Trujillo DM, Duque CC, Acero EJ, Cabrera LA, Pachón DP. 2013. *Brucella* spp. seroprevalence in veterinary medicine students, Bogota, Colombia. *Rev. Univ. Ind. Santander. Salud.* 45(2):39-48.
- Montano M, Rentería T, Sánchez E, Moreno J, Pérez A, Saucedo S. 2007. Assessment of the economic impact of a brucellosis control program in a dairy herd using the partial budget method. *J Anim Vet Adv.* 6(2):146-151.
- Morales-Ortegón DF, Combariza-Bayona DA. 2004. Seroprevalencia de brucelosis en trabajadores de mataderos de municipios del Tolima (Colombia). *Rev. Cienc. Salud.* 2(1):15-23.
- Moreno E. 2002. Brucellosis in Central America. *Vet. Microbiol.* 90(1-4):31-38. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1135\(02\)00242-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1135(02)00242-0).
- Moreno E. 2014. Retrospective and prospective perspectives on zoonotic brucellosis. *Front Microbiol.* 13;5:213. DOI: 10.3389/fmicb.2014.00213.
- Motta JL, Clavijo Hoyos JA, Waltero García I, Abeledo MA. 2014. Prevalencia de anticuerpos a *Brucella abortus*, *Leptospira* sp. y *Neospora caninum* en hatos bovinos y bubalinos en el Departamento de Caquetá, Colombia. *Rev. Salud Anim.* 36(2):80-89.
- Pappas G, Papadimitriou P, Akritidis N, Christou L, Tsianos EV. 2006. The new global map of human brucellosis. *Lancet Infect Dis.* 6(2):91-99. DOI: 10.1016/S1473-3099(06)70382-6.
- Reyes J, Sánchez M, Lotero MA, Restrepo M, Palacio-Baena LG. 2010. Seroprevalencia e incidencia de *Brucella* sp. en vacunadores del programa para el control de brucelosis bovina, en el departamento de Antioquia-Colombia. *Rev Colomb Cienc Pecu.* 23(1):35-46.
- Rivera AD, Rueda O, Calderón C, Marino JO, Gall D, Nielsen K. 2003. Evaluación comparativa del método inmunoenzimático indirecto en leche para la detección de bovinos infectados con *Brucella abortus*, en hatos del departamento de Cundinamarca, Colombia. *Rev Sci Tech Off int Epiz.* 22(3):1065-1075.
- Rock KT, Mugizi DR, Ståhl K, Magnusson U, Boqvist S. 2016. The milk delivery chain and presence of *Brucella* spp. antibodies in bulk milk in Uganda. *Trop Anim Health Prod.* 48(5):985-994. DOI: 10.1007/s11250-016-1052-3.

- Roth F, Zinsstag J, Orkhon D, Chimed-Ochir G, Hutton G, Cosivi O, Otte J. 2003. Human health benefits from livestock vaccination for brucellosis: case study. Bull. World Health Organ. 81(12):867-876. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0042-96862003001200005>.
- Santacoloma-Varón L.E. 2015. Importancia de la economía campesina en los contextos contemporáneos: una mirada al caso colombiano. Entramado. 11(2):38-50. DOI: <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n2.22210>.
- Santos RL, Martins TM, Borges AM, Paixão TA. 2013. Economic losses due to bovine brucellosis in Brazil. Pesqui. Vet. Bras. 33(6):759-764. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2013000600012>.
- Singh BB, Dhand NK, Gill JPS. 2015. Economic losses occurring due to brucellosis in Indian livestock populations. Prev Vet Med. 119(3-4):211-215. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.03.013>.
- Tique V, Daza E, Álvarez J, Mattar S. 2010. Seroprevalencia de *Brucella abortus* y ocurrencia de *Brucella melitensis* en caprinos y en ovinos de Cesar y Sucre. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 13(2):133-139.
- Tique V, González M, Mattar S. 2009. Seroprevalencia de *Brucella abortus* en bovinos del departamento de Córdoba. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 12(2):51-59.
- Uribe F, Zuluaga AF, Valencia L, Murgueitio E, Ochoa L. 2011. Buenas prácticas ganaderas. Manual 3, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, Banco Mundial, Fedegán, CIPAV, Fondo Acción, TNC. Bogotá, Colombia. 82 p. [Citado 2016 mar. 18]. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/pdf/3.Buenas.Practicas.Ganaderas.pdf>.
- Xolalpa-Campos VM, Pérez-Ruano M, Córdova-Izquierdo A. 2010. Evaluación de las pérdidas económicas por eventos de falla reproductiva asociadas a brucelosis bovina en hembras y explotaciones de la cuenca lechera de Tizayuca, Hidalgo, México. Rev. cient. 20(2):190-195.

### Article citation:

Arenas NE, Moreno V. Estudio económico de la infección por *Brucella abortus* en ganado bovino en la región del Sumpaz, Colombia. [Economic impact of *Brucella abortus* infection in cattle from the Sumapaz, Colombia]. Rev Med Vet Zoot. 63(3): 218-228. Doi: 10.15446/rfmvz.v63n3.62751.