

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGROPECUARIO EN PREDIOS GANADEROS LOCALIZADOS EN LA REGIÓN DEL SUMAPAZ (CUNDINAMARCA, COLOMBIA)

NELSON ENRIQUE ARENAS SUÁREZ¹, DIEGO ANDRÉS ABRIL HERRERA¹, VILMA MORENO MELO²

Recibido para publicación: 14-04-2017 - Versión corregida: 14-10-2017 - Aprobado para publicación: 25-10-2017

Resumen

Objetivo: evaluar la calidad de agua en pequeñas y medianas unidades de producción ganaderas de la región de Sumapaz (Cundinamarca, Colombia). **Materiales y métodos:** el muestreo se realizó colectando 50 mL de agua en bolsas estériles, para la determinación de contaminación microbiológica incluyendo presencia de aerobios mesófilos, coliformes totales, *Escherichia coli* y *Pseudomonas sp.* de acuerdo con los parámetros permisibles de potabilidad definidos en el decreto 1575 de 2007 del Ministerio de la Protección Social de la República de Colombia. **Resultados:** se evidenció contaminación microbiana en 16 (66,7%) de los 24 predios evaluados de acuerdo con la normatividad descrita. También, se detectó la presencia de aerobios mesófilos, coliformes totales, *Escherichia coli* y *Pseudomonas sp.* en al menos el 25% de los predios evaluados. **Conclusiones:** los hallazgos sugieren que el agua podría representar una fuente de contaminación microbiológica directa para la salud humana, producción pecuaria y a la vez afectar la cadena de comercialización de productos lácteos y cárnicos en la provincia del Sumapaz.

Palabras clave: microbiología del agua, contaminación del agua, agua potable, abastecimiento de agua, calidad del agua.

Arenas-Suárez NE, Abril-Herrera DA, Moreno-Melo V. Evaluación de la calidad del agua para uso agropecuario en predios ganaderos localizados en la región del Sumapaz (Cundinamarca, Colombia). Arch Med (Manizales) 2017; 17(2):319-5.

DOI: <https://doi.org/10.30554/archmed.17.2.1979.2017>

Archivos de Medicina (Manizales), Volumen 17 N° 2, Julio-Diciembre 2017, ISSN versión impresa 1657-320X, ISSN versión en línea 2339-3874. Arenas Suárez N.E.; Abril Herrera D.A.; Moreno Melo V.

- 1 Programa de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cundinamarca. Sede Fusagasugá.
- 2 Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cundinamarca. Sede Fusagasugá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cundinamarca. Diagonal 18 No. 20-29, Fusagasugá, Cundinamarca. Colombia.
*e-mail: vilma@mail.unicundi.edu.co

Evaluation of water quality for agricultural use in livestock farms located in the Sumapaz region (Cundinamarca, Colombia)

Summary

Objective: to assess water quality in small and medium livestock farms from the Sumapaz region. **Materials and methods:** 50 mL of water were collected in sterile bags, for determination of microbial contamination, presence of mesophilic aerobes, total coliforms, *Escherichia coli* and *Pseudomonas* sp. According to law 1575/2007 from The Ministry of Health. **Results:** microbial contamination was determined in 16 (66,7%) out of 24 farms. Altogether with presence of mesophilic aerobes, total coliforms, *Escherichia coli* and *Salmonella* sp in at least 25% of the evaluated farms. **Conclusions:** findings suggest that water could represent a source of microbial contamination for human health, livestock production and market chain of dairy and meat products in the Sumapaz province.

Key words: water microbiology, water pollution, drinking water, water supply, water quality.

Introducción

La cuenca hidrográfica del río Sumapaz tiene una extensión de 2532,14 Km² e incluye entre los principales afluentes los ríos Panches, Cuja, Negro, Chocho, Guavio y Sumapaz. Respecto a la potabilidad del agua, la Corporación Autónoma Regional (CAR) estima que el río Sumapaz, el principal afluente de la cuenca, presenta una baja contaminación por materia orgánica y sólidos suspendidos [1]. Los afluentes de la cuenca hidrográfica que abastecen la provincia del Sumapaz suministran el agua destinada al consumo humano y a la producción agropecuaria; por lo cual, representa un insumo crítico para el desarrollo económico y sostenible de la región [2]. La producción pecuaria de la región de Sumapaz se basa en la producción avícola, porcícola, piscícola y ganadera. Esta última, aunque no se realiza a gran escala se ha enfocado a la producción de carne, leche y principalmente quesos para abastecer la demanda local y regional. Sin embargo, en la actualidad con las exigencias de los mercados respecto a la calidad e inocuidad de los productos que

se comercializan, es necesario intervenir en los sistemas de producción para incrementar su competitividad [3,4]. Lo cual implica no sólo el cumplimiento de la normatividad impuesta por las instituciones gubernamentales, sino también un cambio en la forma de producción, especialmente en cuanto al manejo de los recursos naturales, administración del predio, bienestar y sanidad animal, en especial respecto a aspectos técnicos asociados a la inocuidad y admisibilidad durante el procesamiento del alimento [5]. Esta última situación, podría verse notablemente afectada cuando la disponibilidad del agua no es adecuada o cuando la potabilización es insuficiente y puede convertirse en fuente de contaminación microbiológica [6]. A nivel nacional, esta situación se debe a que los ríos representan los vertederos de desechos domésticos e industriales en la medida en que atraviesan áreas urbanas y rurales y al nulo o deficiente tratamiento de aguas servidas [7]. La normatividad vigente que establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano, a través de identificación de coliformes fecales y bacterias

patógenas descritas en el decreto 1575 de 2007 del 9 de mayo de 2007 del Ministerio de la Protección Social [8]. El propósito del presente estudio fue evaluar la calidad microbiológica del agua de consumo disponible en unidades de producción ganaderas (UPG) localizadas en la región del Sumapaz.

Materiales y métodos

Área de estudio

Se trata de un estudio descriptivo realizado durante el año 2014 en 24 predios localizados en la provincia del Sumapaz, Cundinamarca.

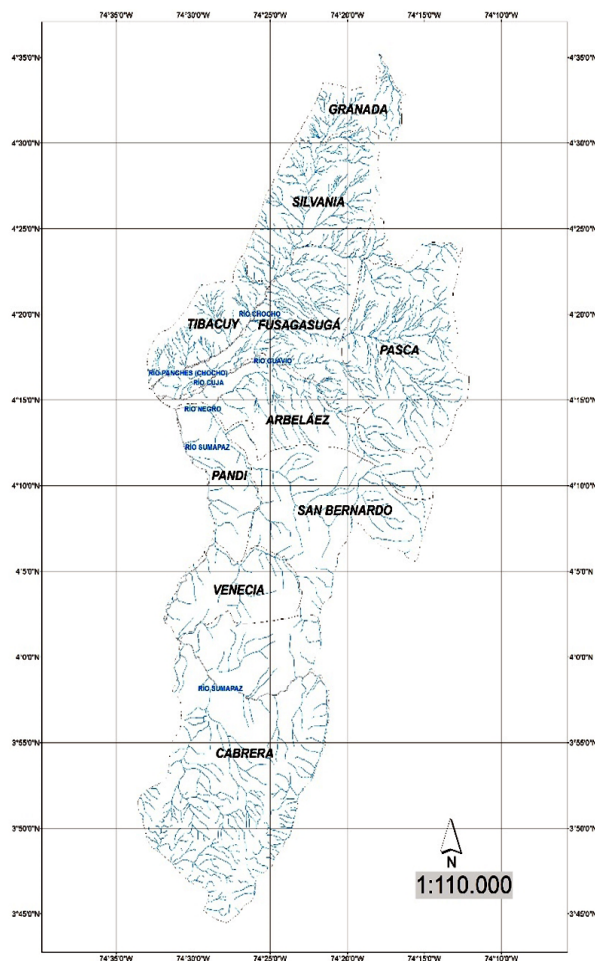


Figura 1. Cuenca hidrográfica de la región de Sumapaz. Los ríos y quebradas son coloreados en azul (Fuente: Este estudio).

La subcuenca Sumapaz está constituida por el río Alto Sumapaz y sus quebradas afluentes incluyendo Placitas, El Salitre, Hermosura, El oso, El Trigo y Cuartos. La provincia está constituida por los municipios: Arbeláez, Cabrera, Granada, Fusagasugá, Pandi, Pasca, San Bernardo, Silvania, Tibacuy y Venecia (Figura 1).

Toma de muestras y análisis de laboratorio

Se realizó un análisis de calidad de agua destinada para consumo evaluando aspectos como aerobios mesófilos, coliformes totales, *Escherichia coli* y *Pseudomonas* sp. El muestreo fue manual colectando agua después de abrir la llave y dejarla correr el agua por 10 s. En una bolsa (NASCO) se recolectaron 50 mL de agua y se refrigeraron inmediatamente a 4 °C hasta el análisis de laboratorio. El análisis microbiológico se realizó por el método de filtración por membrana en agar cromogénico según recomendaciones de proveedores y del Instituto Nacional de Salud [9,10]. Los procedimientos se realizaron conforme a los lineamientos estándar para análisis de agua por el laboratorio según el decreto 1575 de 2007 del Ministerio de la Protección Social que incluyen: recuento de aerobios mesófilos (Unidades Formadoras de Colonia/mililitro; UFC/mL): inferior a 200 UFC/mL, recuento de coliformes totales (UFC/mL): inferior a 10 UFC/mL, determinación de *E. coli* y *Pseudomonas* sp. negativo [8].

Análisis estadístico

Se calculó una prueba de correlación por el coeficiente de Pearson en una calculadora estadística de ciencias sociales (<http://www.socscistatistics.com/tests/Default.aspx>); incluyendo como las variables cuantitativas obtenidas de los recuentos de aerobios mesófilos y coliformes totales. El mapa se diseñó usando el software ArcGIS (<http://www.esri.com/arcgis/about-arcgis>) empleando la información vectorial disponible en el portal web del Instituto

Geográfico Agustín Codazzi (<http://www.igac.gov.co/igac>).

Control de sesgos

Los análisis fueron realizados en un laboratorio certificado de servicios microbiológicos veterinarios y las muestras fueron colectadas y procesadas en el mismo día.

Resultados

El muestreo se realizó durante la implementación en buenas prácticas ganaderas (BPG) para pequeños y medianos productores; con miras al aseguramiento de calidad e inocuidad de la leche y carne a través de la reglamentación ICA para BPG en sistemas de producción

bovinos de carne y leche. Se incluyeron 24 UPG de pequeños y medianos productores que fueron seleccionados aleatoriamente; de las cuales 16 reportaron producción lechera y 8 doble producción. Entre las UPG incluidas en este estudio, 22 (92%) utilizaban el agua proveniente del sistema de distribución o acueducto para ambas actividades el consumo humano y las labores productivas respectivamente. Se analizó la calidad del agua potable en las 24 UPG localizadas en la provincia del Sumapaz, de los cuales sólo 8 (33,3%) cumplieron con los requisitos de potabilidad (Tabla 1). El examen microbiológico de agua realizado a las fincas participantes determinó la presencia de microorganismos aerobios mesófilos en 5 (20,8%) predios y coliformes en 6 (25%) UPG.

Tabla 1. Resultado del análisis microbiológico del agua en 24 UPG de la región del Sumapaz.
Convenciones: Resultado (+) positivo y (-) negativo. *Predios que presentan agua en condiciones adecuadas de potabilidad. Parámetros permisibles son descritos en la sesión de materiales y métodos.

Predio	Recuento de aerobios mesófilos (UFC/mL)	Recuento de coliformes totales (UFC/mL)	Determinación de <i>E. coli</i>	Determinación de <i>Pseudomonas</i> sp.
1	12.500	588	+	+
2*	<10	<10	-	-
3	32	<10	-	+
4	80	30	+	+
5	46	<10	-	+
6	50	<10	-	+
7*	<10	<10	-	-
8	52	<10	-	+
9	68	<10	-	+
10*	<10	<10	-	-
11*	<10	<10	-	-
12	35	<10	-	+
13	2.500	180	+	+
14	800	<10	-	+
15	35	<10	-	+
16	48	<10	-	+
17*	<10	<10	-	-
18	300	<10	-	+
19*	<10	<10	-	-
20*	<10	<10	-	-
21	200	30	+	+
22	110	36	+	+
23	2.200	120	+	+
24*	<10	<10	-	-

Fuente: Este estudio.

En cuanto, a la presencia de *E. coli* se detectaron en 6 (25%) UPG y *Pseudomonas sp.* en 16 (66,7%) predios. No se pudieron establecer correlaciones entre las variables evaluadas ($R^2=0,0157$); no obstante, un alto recuento de aerobios mesófilos se encontró escasamente asociado con la presencia de *E. coli* (recuentos ≥ 80) y/o *Pseudomonas sp.* (recuentos ≥ 32).

Discusión

Los resultados del presente estudio son consistentes con evaluaciones realizadas por instituciones gubernamentales que han mostrado que los parámetros microbiológicos de calidad del agua sólo son adecuados para el consumo humano en 55 (47,4 %) de 116 municipios del departamento de Cundinamarca [11]. La situación es aún más complicada en la región del Caribe colombiano donde se ha reportado contaminación en 98,3 % ($n=554$ muestras analizadas) de una población estudiada en los departamentos de Atlántico, Bolívar, y Córdoba [12]. Las causas atribuibles en el mencionado caso se asociaron a la red de distribución y no a fallas en la depuración en la planta de tratamiento [13]. En el contexto regional, sólo un estudio realizado en la bocatomía del municipio de Bojacá reporta la ausencia de contaminación microbiológica y potabilidad del recurso hídrico [9].

La contaminación microbiológica observada en este estudio con coliformes totales se ha identificado previamente en áreas urbanas [14-16]. No obstante, se han reportado casos en los cuales mientras el abastecimiento en el área urbana cumple con los parámetros de potabilidad; mientras, en las áreas rurales la calidad es precaria y su uso en la producción agropecuaria podría comprometer la inocuidad de los alimentos [7]. Así, la contaminación del agua también puede afectar la producción pecuaria en diferentes puntos como lo que se ha reportado con la comercialización de leche cruda. Por lo anterior, es posible que la calidad microbiológica de la leche puede deteriorarse

desde la producción primaria hasta el punto de acarreo y venta, presentándose contaminación con coliformes, *E. coli*, *Salmonella sp.* y *Staphylococcus coagulasa* positivo [17]. Estos hallazgos son consistentes con estudios donde se evidencia la presencia de coliformes totales y de *E. coli* en aguas utilizadas en la industria de alimentos lo que representa un riesgo para la salud pública [16]. Reportes en plantas de sacrificio han indicado que cuando el agua presenta algún grado de contaminación microbiológica y es utilizada para limpiar utensilios puede deteriorar la calidad de los productos procesados en estos sitios [18]. La contaminación por coliformes totales y *E. coli* ha sido asociadas a bajas concentraciones de cloro o por debajo de 0,5 mg/L en aguas destinadas a consumo humano [14]. Un factor de mayor preocupación a considerar no es sólo el aislamiento de patógenos ambientales sino también la presión antibiótica ambiental. Así, en un estudio realizado en plantas de beneficio porcino en Colombia se encontró que entre el 98,6% de cepas de *Salmonella enterica* aisladas, 46,6% presentaron multiresistencia a antibióticos de uso veterinario [19]. En nuestro estudio se reporta la presencia de *E. coli* (25%) y *Pseudomonas sp.* (66,7%) que también representan factores críticos para asegurar la inocuidad en la producción pecuaria. Estos resultados en las UPG de la región de Sumapaz son soportados por un estudio previo, donde se evidenció contaminación microbiológica de leche con cepas de *E. coli* y *S. aureus* que exhibían altos niveles de antibiótico resistencia [20]. Aunque no se encontró una asociación directa por la contaminación ambiental, es posible que el agua contaminada afecte la inocuidad de la producción ganadera. La situación descrita en este estudio se ha reportado en otros países con escaso acceso a agua potable; donde, se han reportado brotes de patógenos zoonóticos y/o ambientales debido a la limpieza de equipos de ordeño con aguas contaminadas [21-22].

En conclusión, los resultados de este estudio evidencian una precaria potabilidad del agua de abastecimiento de las UPG muestreadas en la región de Sumapaz que podrían afectar indirectamente la inocuidad ganadera. Los análisis de calidad de agua fueron socializados con los beneficiarios del proyecto en cuanto al manejo y conservación de agua junto a la normatividad ambiental respecto al manejo del agua en cada UPG como parte del proceso de implementación de BPG. A largo plazo, se espera que dichas prácticas ambientales promuevan una producción sostenible para los ganaderos de la región de Sumapaz como parte de su arraigo cultural [23]. Las limitaciones de este estudio fueron la falta de capacitación en el componente sanitario de los pequeños y medianos productores ganaderos del Sumapaz y la poca presencia de las instituciones que prestan asistencia técnica y realizan el control oficial de enfermedades.

Agradecimientos

Los autores agradecen la asistencia técnica en la fase de campo del proyecto de Paola Valencia, Natalia Pardo, Robinson Garzón, Guillermo Caicedo, Karen Montoya, Benilda Ortiz y al laboratorio de servicios microbiológicos veterinarios SERVET S.A.S. También, se agradece al profesor Edier Fernando Ávila del programa de Tecnología en Cartografía de la Universidad de Cundinamarca por la ayuda con la figura 1.

Conflictos de interés: los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

Fuentes de financiación: este estudio fue financiado por el 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.

Literatura citada

1. CAR. **Delimitación y localización de la cuenca Sumapaz y subcuenca río alto Sumapaz.** En: CAR. Diagnóstico, prospectiva y formulación de la cuenca hidrográfica del río Sumapaz. Plan de Manejo y Ordenamiento de la Cuenca (POMCA) del río Sumapaz. Informe POMCA-002 UT. Bogotá DC: ed. CAR; 2016.
2. Pérez JF, Baquero SM, Medina GD, Sarmiento CE. **Estudio de la calidad del agua en tramos del río Paguey empleando macroinvertebrados acuáticos.** *Rev Cienc Agrop* 2013; 1:1-9.
3. De Quadros-Rodrigues R, Loiko MR, De Paula CM, Hessel CT, Jacxsens L, Uyttendaele M, *et al.* **Microbiological contamination linked to implementation of good agricultural practices in the production of organic lettuce in Southern Brazil.** *Food Control* 2014; 42:152-64.
4. López J, Cordero A, Buendía M. **Certificar con Buenas Prácticas Ganaderas hace más eficiente los recursos de una explotación pecuaria.** *Agroind Sci* 2017; 6:175-183.
5. Garzón T. **La inocuidad de alimentos y el comercio internacional.** *Rev Colomb Cienc Pecu* 2009; 22:330-338.
6. Ríos-Tobón SR, Agudelo-Cadavid RM, Gutiérrez-Builes LA. **Patógenos Microbianos e Indicadores Microbiológicos de calidad del agua para consumo humano.** *Rev Fac Nac Salud Pública* 2017; 35:236-247.
7. Ávila de Navia SL, Estupiñán Torres SM. **Calidad bacteriológica del agua de consumo humano de la zona urbana y rural del municipio de Guatavita, Cundinamarca, Colombia.** *Rev Cubana Hig Epidemiol* 2012; 50:163-8.
8. **Decreto 1575 de mayo 9 de 2007**, del Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. (Ministerio de la Protección Social. Bogotá, Colombia de 1-14).
9. Estupiñán Torres SM, Ávila de Navia SL. **Calidad físico-química y microbiológica del agua del municipio de Bojacá, Cundinamarca.** *NOVA* 2016; 8:206-212.
10. Instituto Nacional de Salud. **Manual de Instrucciones para la Toma, Preservación y Transporte de Muestras de Agua de Consumo Humano para Análisis de Laboratorio.** Bogotá: INS; 2011.

11. Defensoría del Pueblo (Colombia). **Diagnóstico sobre la calidad del agua para el consumo humano en Colombia, en el marco del derecho humano al agua.** Bogotá DC: Defensoría del Pueblo; 2009.
12. Anaya PA, Gutiérrez LAL, Ugarriza ME. **Calidad microbiológica del agua destinada para consumo humano en siete municipios de la región caribe colombiana.** *Ciencia Actual* 2014; 3:60-9.
13. De Navia SL, Estupiñán-Torres SM, González LD. **Calidad bacteriológica del agua Vereda El Charco, San Miguel de Sema, Boyacá-Colombia.** *NOVA* 2016; 13:139-145.
14. Tarqui-Mamani C, Alvarez-Dongo D, Gómez-Guizado G, Valenzuela-Vargas R, Fernandez-Tinco I, Espinoza-Oriundo P. **Calidad bacteriológica del agua para consumo en tres regiones del Perú.** *Rev Salud Pública* 2016; 18:904-912.
15. Osorio GO, Ospina PD, Betancourt CL. **Calidad microbiológica del agua en dos instituciones de salud del eje cafetero, Colombia 2015.** *Arch Med (Manizales)* 2016; 16:246-256.
16. Silva E, Murillo C, Nava G, Cárdenas O, Peralta A, Paredes M, et al. **Estudio de caracterización de la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua utilizada en la industria de alimentos, Colombia, 2007.** *Biomédica* 2010; 30:421-31.
17. Martínez-Vasallo A, Villoch-Cambas A, Ribot-Enriquez A, Montes de Oca N, Riverón-Alemán Y, Ponce-Ceballos P. **Calidad e inocuidad en la leche cruda de una cadena de producción de una provincia occidental de Cuba.** *Rev Salud Anim* 2015; 37:79-85.
18. Delgado H, Cedeño C, Villoch A, Dueñas Rivadeneira AA. **Calidad sanitaria en operarios, utensilios y agua de mataderos municipales de la provincia de Manabí en Ecuador.** *Rev Salud Anim* 2015; 37:198-202.
19. Bermúdez P, Pulecio S, Suárez M. **Susceptibilidad antimicrobiana de aislamientos de *Salmonella enterica* provenientes de pisos, equipos, utensilios y producto terminado en el beneficio porcino en Colombia.** *Rev Med Vet Zoot* 2016; 63:39-53.
20. 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; 49:739-745.
21. Amenu K, Shitu D, Abera M. **Microbial contamination of water intended for milk container washing in smallholder dairy farming and milk retailing houses in southern Ethiopia.** *Springer Plus* 2016; 5:1195.
22. Bragina L, Sherlock O, Van Rossum AJ, Jennings E. **Cattle exclusion using fencing reduces *Escherichia coli* (*E. coli*) level in stream sediment reservoirs in northeast Ireland.** *Agric Ecosyst Environ* 2017; 239:349-358.
23. Bermúdez CE, Arenas NE, Melo VM. **Caracterización socio-económica y ambiental en pequeños y medianos predios ganaderos en la región del Sumapaz, Colombia.** *Rev UDCA Actual Divulg Cient* 2017; 20:199-208.

