Sanitas
Revista arbitrada de ciencias de la salud
Vol. 4(especial7), 77-83, 2026
DOI: https://doi.org/10.62574/y78bo41t

Riesgo biológico evaluado con Biogaval-Neo en un centro de faenamiento municipal de Tulcán

Biological risk assessed with Biogaval-Neo in a municipal slaughterhouse in Tulcán, Ecuador

Arturo Alejandro Enríquez-Mejía
arturoem77@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0009-0004-8222-9681

Diego Armando Flores-Pilco
pg.docentedfp@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0000-0002-8759-6024

Julio Rodrigo Morillo-Cano
ut.juliomorillo@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0000-0001-6910-4041

RESUMEN

Objetivo: evaluar el riesgo biológico de los trabajadores del centro de faenamiento del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán, Ecuador, en 2022. **Método:** estudio observacional, descriptivo y transversal en las siete zonas del proceso de faenado, con 27 trabajadores, mediante el método Biogaval-Neo 2018, la prevalencia animal oficial de la zona y un cuestionario de 42 medidas higiénicas. **Resultados:** se identificaron Brucella abortus y Mycobacterium bovis. En transporte, sacrificio y despresado de patas y cabeza, donde existe transmisión aérea, el nivel de riesgo superó el nivel de acción biológica para ambos agentes (10 y 9 puntos). En las zonas de desollado, eviscerado, segmentación y lavado, Brucella alcanzó el nivel de acción (8) y Mycobacterium bovis quedó controlado (7). **Conclusión:** se requieren medidas preventivas frente a la brucelosis y la tuberculosis bovina, sobre todo contra la transmisión aérea.
Descriptores: exposición profesional; brucelosis; mataderos. (Fuente, DeCS).

ABSTRACT

Objective: to assess the biological risk of workers at the municipal slaughterhouse of Tulcán, Ecuador, in 2022. **Method:** observational, descriptive and cross-sectional study in the seven slaughter process areas, with 27 workers, using the Biogaval-Neo 2018 method, official animal prevalence data and a 42-item hygiene questionnaire. **Results:** Brucella abortus and Mycobacterium bovis were identified. In transport, stunning and head and leg removal, where airborne transmission occurs, the risk level exceeded the biological action level for both agents (10 and 9 points). In skinning, evisceration, carcass splitting and washing, Brucella reached the action level (8) and Mycobacterium bovis remained controlled (7). **Conclusion:** preventive measures against brucellosis and bovine tuberculosis are needed, especially against airborne transmission.
Descriptors: occupational exposure; brucellosis; abattoirs. (Source, DeCS).

Recibido: 04/08/2026. Revisado: 12/08/2026. Aprobado: 15/09/2026. Publicado: 01/10/2026.
Original breve

INTRODUCCIÓN

Las zoonosis constituyen una parte sustancial de las enfermedades infecciosas humanas. De 1415 especies patógenas para el ser humano, el 61 % son zoonóticas, y estas tienen el doble de probabilidad que las demás de asociarse con enfermedades emergentes (1). El riesgo es mayor en quienes mantienen un contacto estrecho con el ganado: una revisión sistemática de 75 estudios identificó a los veterinarios, al personal de sacrificio sanitario, a los trabajadores de mataderos y a los ganaderos como grupos de riesgo, y encontró que en los mataderos los trabajadores que manipulan animales vivos resultan positivos con más frecuencia que quienes solo manipulan canales (2).

La brucelosis es una de las zoonosis ocupacionales más relevantes. Un metaanálisis de 63 estudios mostró que los criadores de animales, el personal de laboratorio y los trabajadores de mataderos tienen 3,47 veces más probabilidad de infección que las personas sin contacto con fuentes de contagio, y señaló como factores de riesgo el contacto directo con fluidos animales, la falta de equipos de protección y el incumplimiento de las normas de bioseguridad (3). Aunque gran parte de América Latina ha logrado controlar la enfermedad (4), la brucelosis humana sigue produciendo fiebre en el 78 % y artralgias en el 65 % de los pacientes, además de complicaciones focales como la orquiepididimitis (5).

La tuberculosis zoonótica causada por Mycobacterium bovis es otra amenaza para los trabajadores del sector cárnico. La Organización Mundial de la Salud estimó para 2010 unos 121 268 casos nuevos y 10 545 muertes por esta causa, con mayor riesgo en ganaderos, veterinarios y trabajadores de mataderos (6). Una revisión de datos de 61 países estimó que fuera de África la proporción de tuberculosis humana atribuible a M. bovis es de hasta el 1,4 % (7).

En el noroeste de Ecuador, la prevalencia real de brucelosis humana se estimó en alrededor del 1 %, la cepa circulante fue Brucella abortus biotipo 4, y los casos oficiales subestiman de forma importante la magnitud del problema (8). El subregistro afecta en general a las enfermedades profesionales del país (9). Para evaluar el riesgo biológico en el trabajo se emplean métodos semicuantitativos como Biogaval y la guía colombiana GTC 45, que pueden ofrecer resultados distintos y exigen identificar los microorganismos implicados (10). Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar el riesgo biológico de los trabajadores del centro de faenamiento municipal de Tulcán mediante el método Biogaval-Neo 2018.

MÉTODO

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal en 2022 en el centro de faenamiento del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán, provincia del Carchi. Se evaluaron las siete zonas del proceso de faenado: transporte, sacrificio, despresado de patas y cabeza, desollado, eviscerado, segmentación de canales y lavado de canales, en las que trabajaban los 27 empleados del área.

Se aplicó el método Biogaval-Neo 2018 del Instituto Valenciano de Seguridad y Salud en el Trabajo, que comprende la identificación de los puestos y de los agentes biológicos, la cuantificación de las variables de riesgo y el cálculo del nivel de riesgo biológico con la fórmula R = G + T + P + F − V − MH, donde G es la clasificación del agente, T la vía de transmisión, P la probabilidad de contacto, F la frecuencia de las tareas de riesgo, V la vacunación y MH las medidas higiénicas adoptadas. Un valor de 8 corresponde al nivel de acción biológica, a partir del cual se requieren medidas preventivas, y un valor de 12 al límite de exposición biológica, que indica un riesgo intolerable (10).

Se incluyeron los agentes con prevalencia animal mayor que cero en la zona. La probabilidad de contacto se estimó con la prevalencia animal del año anterior registrada por la autoridad zoosanitaria y por estudios locales. Las vías de transmisión se valoraron por observación de cada zona, considerando la vía aérea solo donde existían aerosoles. La frecuencia se calculó como la proporción de la jornada dedicada a tareas de riesgo, y las medidas higiénicas mediante un cuestionario de 42 ítems aplicado a los trabajadores, calculando el porcentaje de respuestas afirmativas sobre las aplicables.

RESULTADOS

Los agentes biológicos identificados fueron Brucella abortus y Mycobacterium bovis, ambos clasificados en el grupo 3 por su capacidad de provocar una enfermedad grave y su probable propagación. En las zonas de transporte, sacrificio y despresado de patas y cabeza se identificaron las tres vías de transmisión, indirecta, directa y aérea, con una puntuación de 4; en las zonas de desollado, eviscerado, segmentación y lavado de canales no se observaron aerosoles y la puntuación fue de 2.

La prevalencia animal en la zona fue del 3,57 % para Brucella abortus, con 152 casos en 4257 animales y una puntuación de 2, y del 1,20 % para Mycobacterium bovis, con 24 casos en 2002 animales y una puntuación de 1. Los trabajadores laboraban ocho horas diarias de martes a sábado, de las cuales siete correspondían a tareas de riesgo, lo que supone el 87,5 % de la jornada y una puntuación de 4. No existía vacuna para ninguno de los dos agentes. En el cuestionario de medidas higiénicas se obtuvieron 37 respuestas afirmativas, 3 negativas y 2 no aplicables, con un cumplimiento del 92,5 % y una puntuación de 2.

Nivel de riesgo biológico

En las zonas con transmisión aérea, el nivel de riesgo fue de 10 para Brucella abortus y de 9 para Mycobacterium bovis, por encima del nivel de acción biológica. En las zonas sin transmisión aérea, Brucella abortus alcanzó el nivel de acción biológica, con 8 puntos, y Mycobacterium bovis obtuvo 7 puntos, que corresponden a un riesgo controlado. Ningún valor alcanzó el límite de exposición biológica (Tabla 1).

Tabla 1. *Nivel de riesgo biológico por zona de trabajo y agente según el método Biogaval-Neo*

Zonas de trabajo	Agente biológico	Puntuaciones G, T, P, F, V, MH	Nivel de riesgo
Transporte, sacrificio y despresado de patas y cabeza	Brucella abortus	3, 4, 2, 4, 1, 2	10: supera el nivel de acción
Transporte, sacrificio y despresado de patas y cabeza	Mycobacterium bovis	3, 4, 1, 4, 1, 2	9: supera el nivel de acción
Desollado, eviscerado, segmentación y lavado de canales	Brucella abortus	3, 2, 2, 4, 1, 2	8: nivel de acción biológica
Desollado, eviscerado, segmentación y lavado de canales	Mycobacterium bovis	3, 2, 1, 4, 1, 2	7: riesgo controlado

Fuente: elaboración propia (2026).

DISCUSIÓN

La evaluación muestra que los trabajadores del centro de faenamiento están expuestos a un riesgo biológico que requiere medidas preventivas en todas las zonas para la brucelosis y en las zonas iniciales del proceso para la tuberculosis bovina. El factor que diferenció a las zonas fue la transmisión aérea, presente en la recepción, el sacrificio y el despresado, donde el contacto con animales vivos, sangre y secreciones genera aerosoles. Este patrón coincide con la mayor positividad de los trabajadores que manipulan animales vivos (2) y con el brote de brucelosis de transmisión aérea descrito en un matadero español, en el que la infección no se relacionó con las heridas ni con el uso de protección, sino con una exposición ambiental extendida (11).

La tuberculosis bovina también es un riesgo laboral documentado. En México, el 76,2 % de los trabajadores de lecherías y mataderos expuestos a ganado infectado por M. bovis tenía infección tuberculosa latente según la prueba cutánea, la exposición ocupacional se asoció con un odds ratio de 2,72, y dos trabajadores desarrollaron tuberculosis pulmonar por M. bovis, con mayor riesgo en espacios sin ventilación (12). En la misma región, el 18,1 % de los trabajadores lecheros tenía anticuerpos contra Brucella, con mayor riesgo cuantas más horas diarias de contacto con el ganado (13). Estos datos indican que, aunque la prevalencia animal en el Carchi sea baja, la exposición intensa y repetida mantiene el riesgo.

El cumplimiento de las medidas higiénicas fue alto, lo que redujo el nivel de riesgo, pero no fue suficiente para situarlo por debajo del nivel de acción. La experiencia de otros mataderos muestra que el uso de guantes y ropa de protección suele ser bajo y que los trabajadores continúan trabajando con heridas abiertas (14), por lo que el cumplimiento declarado debe

verificarse mediante observación periódica. Como no existen vacunas humanas eficaces para estos agentes, la prevención debe centrarse en la reducción de aerosoles con ventilación adecuada, la protección respiratoria de las zonas iniciales, el uso de guantes, delantales y protección ocular, la higiene de manos, la eliminación segura de vísceras y fluidos, y la inspección veterinaria para retirar animales sospechosos.

La vigilancia de la salud debe incluir la información sobre los síntomas de la brucelosis y de la tuberculosis, la serología ante fiebre o artralgias (5), y la notificación de los casos, ya que el subregistro es frecuente (8,9). En América Latina, la investigación sobre la salud de los trabajadores agroindustriales se ha centrado en los plaguicidas y ha prestado menos atención a los riesgos biológicos (15), lo que refuerza el valor de evaluaciones como esta.

Entre las limitaciones, el método Biogaval-Neo es semicuantitativo y depende del juicio del evaluador; la probabilidad de contacto se basó en la prevalencia animal y no en muestras del centro, y no se realizaron pruebas serológicas a los trabajadores. Además, solo se evaluaron dos agentes, aunque en los mataderos existen otros riesgos zoonóticos.

CONCLUSIÓN

Los trabajadores del centro de faenamiento municipal de Tulcán están expuestos a Brucella abortus y Mycobacterium bovis con niveles de riesgo que superan el nivel de acción biológica en las zonas de transporte, sacrificio y despresado, y lo alcanzan para Brucella en el resto del proceso. Se requieren medidas preventivas centradas en la reducción de aerosoles, la protección respiratoria y personal, la higiene y la vigilancia serológica y clínica de los trabajadores.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de interés con personas o instituciones ligadas a la investigación.

AGRADECIMIENTOS

A UNIANDES.

REFERENCIAS

1. Taylor LH, Latham SM, Woolhouse ME. Risk factors for human disease emergence. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2001;356(1411):983-9.
2. Klous G, Huss A, Heederik DJJ, Coutinho RA. Human-livestock contacts and their relationship to transmission of zoonotic pathogens, a systematic review of literature. One Health. 2016;2:65-76. doi:10.1016/j.onehlt.2016.03.001

3. Pereira CR, Cotrim de Almeida JVF, Cardoso de Oliveira IR, Faria de Oliveira L, Pereira LJ, Zangerônimo MG, et al. Occupational exposure to Brucella spp.: a systematic review and meta-analysis. PLoS Negl Trop Dis. 2020;14(5):e0008164. doi:10.1371/journal.pntd.0008164
4. Pappas G, Papadimitriou P, Akritidis N, Christou L, Tsianos EV. The new global map of human brucellosis. Lancet Infect Dis. 2006;6(2):91-9. doi:10.1016/S1473-3099(06)70382-6
5. Dean AS, Crump L, Greter H, Hattendorf J, Schelling E, Zinsstag J. Clinical manifestations of human brucellosis: a systematic review and meta-analysis. PLoS Negl Trop Dis. 2012;6(12):e1929. doi:10.1371/journal.pntd.0001929
6. Olea-Popelka F, Muwonge A, Perera A, Dean AS, Mumford E, Erlacher-Vindel E, et al. Zoonotic tuberculosis in human beings caused by Mycobacterium bovis: a call for action. Lancet Infect Dis. 2017;17(1):e21-5. doi:10.1016/S1473-3099(16)30139-6
7. Müller B, Dürr S, Alonso S, Hattendorf J, Laisse CJM, Parsons SDC, et al. Zoonotic Mycobacterium bovis-induced tuberculosis in humans. Emerg Infect Dis. 2013;19(6):899-908. doi:10.3201/eid1906.120543
8. Ron-Román J, Ron-Garrido L, Abatih E, Celi-Erazo M, Vizcaíno-Ordóñez L, Calva-Pacheco J, et al. Bayesian evaluation of three serological tests for detecting antibodies against Brucella spp. among humans in the northwestern part of Ecuador. Am J Trop Med Hyg. 2019;100(6):1312-20. doi:10.4269/ajtmh.18-0622
9. Silva-Peñaherrera M, Merino-Salazar P, Benavides FG, López-Ruiz M, Gómez-García AR. La salud ocupacional en Ecuador: una comparación con las encuestas sobre condiciones de trabajo en América Latina. Rev Bras Saúde Ocup. 2020;45:e20.
10. Contreras Velásquez ZR, Ramírez Leal P. Comparación de métodos utilizados en la valoración del riesgo biológico. Rev Asoc Esp Espec Med Trab. 2019;28(2):91-108.
11. Rodríguez Valín E, Pousa Ortega A, Pons Sánchez C, Larrosa Montañés A, Sánchez Serrano LP, Martínez Navarro F. La brucelosis como enfermedad profesional: estudio de un brote de transmisión aérea en un matadero. Rev Esp Salud Publica. 2001;75(2):159-69.
12. Torres-Gonzalez P, Soberanis-Ramos O, Martinez-Gamboa A, Chavez-Mazari B, Barrios-Herrera MT, Torres-Rojas M, et al. Prevalence of latent and active tuberculosis among dairy farm workers exposed to cattle infected by Mycobacterium bovis. PLoS Negl Trop Dis. 2013;7(4):e2177. doi:10.1371/journal.pntd.0002177
13. Cervera-Hernández ME, Ordaz-Vázquez A, Torres-González P, Chávez-Mazari B, Soberanis-Ramos O, Sifuentes-Osornio J, et al. Seroprevalence of brucellosis among dairy farm workers in Mexico. Salud Publica Mex. 2016;58(3):366-70. doi:10.21149/spm.v58i3.7896
14. Ayoola MC, Akinseye VO, Cadmus E, Awosanya E, Popoola OA, Akinyemi OO, et al. Prevalence of bovine brucellosis in slaughtered cattle and barriers to better

protection of abattoir workers in Ibadan, South-Western Nigeria. Pan Afr Med J. 2017;28:68. doi:10.11604/pamj.2017.28.68.10925

15. Gallo Ó, Hawkins D, Luna-García JE, Torres-Tovar M. Trabajo decente y saludable en la agroindustria en América Latina. Revisión sistemática resumida. Rev Fac Nac Salud Pública. 2019;37(2):7-21. doi:10.17533/udea.rfnsp.v37n2a03

Derechos de autor: 2026 Por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/