

Nota Científica

Seguridad ocupacional contra *Bacillus anthracis* en la industria de curtiembre peruana

Occupational safety against Bacillus anthracis in the Peruvian tannery industry

<https://doi.org/10.52808/bmsa.7e6.622.028>

Roberto Carlos Dávila Morán^{1,*}

<https://orcid.org/0000-0003-3181-8801>

Guillermo Augusto Bocangel Weydert²

<https://orcid.org/0000-0003-1216-0944>

Jhonny Henry Piñán García²

<https://orcid.org/0000-0002-0263-7668>

Guadalupe Ramírez Reyes²

<https://orcid.org/0000-0002-4007-7729>

Nérida del Carmen Pastrana Díaz²

<https://orcid.org/0000-0001-8357-3012>

Vitelio Asencios Tarazona³

<https://orcid.org/0000-0002-0253-3148>

Guillermo Augusto Bocangel Marín⁴

<https://orcid.org/0000-0002-5431-9805>

Recibido: 06/12/2021

Aceptado: 17/02/2022

RESUMEN

El carbunco es una zoonosis que afecta a animales herbívoros, causada por el microorganismo *Bacillus anthracis*; que se encuentra en su forma vegetativa en el organismo infectado, y una vez en contacto con el aire forma esporas que infectan al huésped, liberando toxinas que inducen edema, septicemia y necrosis tisular. En humanos, la transmisión se produce por cortes, pinchazos o contacto directo de piel lesionada con esporas o tejidos de animales infectados. En Perú, para la década de 1980, se reportaron 400 casos anuales en áreas rurales agrícolas, adquiridos por manipulación del ganado vacuno, muerto por ántrax. Es por ello, que la piel y el cuero procedente de animales infectados representa un riesgo de infección para los trabajadores de industrias curtiembres. Se realizó un estudio transversal para evaluar el riesgo biológico ocupacional y las medidas de bioseguridad relacionadas con el *Bacillus anthracis* en pequeñas, medianas y grandes empresas curtiembres peruanas. Se aplicó un instrumento a los trabajadores para cuantificar las variables, componentes de riesgo biológico y conocer las medidas higiénicas adoptadas. Posteriormente se calculó e interpretó el nivel de riesgo biológico. Se encontró que el nivel de riesgo supera el límite de exposición biológica para el *Bacillus anthracis* en todas las empresas evaluadas y los trabajadores de las pequeñas empresas tienen poco conocimiento acerca del riesgo biológico al que están expuestos, siendo necesaria la capacitación de los trabajadores acerca del *Bacillus anthracis* y adopción de medidas de bioseguridad en empresas curtiembres, que garanticen la salud de los trabajadores.

Palabras clave: Ántrax, curtiembre, zoonosis, riesgo biológico.

ABSTRACT

Anthrax is a zoonosis that affects herbivorous animals, caused by the microorganism Bacillus anthracis; which is found in its vegetative form in the infected organism, and once in contact with the air it forms spores that infect the host, releasing toxins that induce edema, septicemia and tissue necrosis. In humans, transmission occurs through cuts, punctures, or direct contact of broken skin with spores or tissues of infected animals. In Peru, for the 1980s, 400 annual cases were reported in rural agricultural areas, acquired by handling cattle, which died of anthrax. For this reason, the skin and leather from infected animals represent a risk of infection for workers in tanneries. A cross-sectional study was carried out to evaluate the occupational biological risk and biosafety measures related to Bacillus anthracis in small, medium and large Peruvian tanneries. An instrument was applied to the workers to quantify the variables, components of biological risk and to know the hygienic measures adopted. Subsequently, the level of biological risk was calculated and interpreted. It was found that the level of risk exceeds the biological exposure limit for Bacillus anthracis in all the companies evaluated and the workers of the small companies have little knowledge about the biological risk to which they are exposed, being necessary the training of the workers about the Bacillus anthracis and adoption of biosafety measures in tanneries, which guarantee the health of workers.

Keywords: Anthrax, tannery, zoonosis, biological risk.

¹ Universidad Privada del Norte (UPN). Lima, Perú

² Universidad Nacional Hermilio Valdizan (UNHEVAL). Huánuco, Perú

³ Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA). Ucayali, Perú

⁴ Universidad de San Martín de Porres (USMP). Lima, Perú

*Autor de Correspondencia: rdavila430@gmail.com

Introducción

El carbunco o ántrax es definido como una infección aguda causada por el microorganismo *Bacillus anthracis*; un bacilo inmóvil, Gram positivo, aerobio o anaerobio facultativo que se presenta en forma de filamentos y se encuentra en su forma vegetativa en el organismo infectado, pero que al entrar en contacto con el aire forma esporas, las cuales son resistentes a agentes físicos como temperatura y humedad, así como también a agentes químicos, como desinfectantes. Una vez que las esporas son inoculadas por vía subcutánea; aspiradas por vía respiratoria o ingeridas por vía gastrointestinal, se multiplican, liberando toxinas que inducen edema, septicemia y necrosis tisular, entre otras alteraciones. (Red Nacional de vigilancia epidemiológica, 2012. Protocolo de vigilancia y alerta de carbunco. Disponible en: https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/salud_5af95879cc3bc_p_carbunco_2012.pdf).

Esta zoonosis afecta fundamentalmente a animales herbívoros, domésticos, salvajes y exóticos; incluyendo equinos, vacunos, ovinos, caprinos, porcinos, hipopótamos, elefantes, leones, cebras y camélidos; mientras que las personas se contagian al estar en contacto con animales infectados o productos animales contaminados, presentando tres formas típicas de infección: cutánea, gastrointestinal e inhalatoria, siendo esta última la más grave (Bernagozzi *et al.*, 2016. Carbunco. Pasado y presente. Disponible en: <https://revistas.unlp.edu.ar/analecta/article/download/3554/3365/>). El ántrax ha causado epizootias con grandes pérdidas económicas, y dada su facilidad de cultivo, la viabilidad de las formas esporuladas y su alta capacidad infectante, el *Bacillus anthracis* ha sido utilizado desde hace años como arma biológica (Tournier *et al.*, 2009. What is the relevance of lung epithelial cells during the dissemination of spores in inhalational anthrax?. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC19098284/>); de ahí que, el deficiente manejo de plantas productoras de estas armas, haya favorecido la liberación de esporas al medio ambiente de manera accidental, ocasionando pérdidas de vidas humanas (Christopher *et al.*, 1997. Biological warfare. A historical perspective. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9244333/>).

Estudios han señalado que para la década de 1980 se presentaron alrededor de 2.000 casos a nivel mundial, principalmente en la India, Pakistán, Bangladesh, Zimbabue, Estados Unidos, Sudáfrica, Irán, Irak y Turquía, siendo la mayoría de ellos la forma cutánea. Se ha estimado que anualmente a nivel global, ocurren alrededor de 2.000 a 20.000 casos de ántrax humano (Kumar, A., 2015. Anthrax: A disease of biowarfare and public health importance. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4295216/pdf/WJCC-3-20.pdf>), representando un riesgo importante en algunos países y, en África, las estimaciones sugieren que cada vacuno con ántrax puede provocar hasta 10 casos en humanos; sin embargo, la incidencia de ántrax ha tenido una fuerte declinación en países desarrollados. En los EE. UU; a principios del siglo XX, se presentaban aproximadamente 130 casos por año en humanos, mientras que en los últimos años, sólo se observan 1 ó 2 casos de la forma cutánea (Centro para la seguridad alimentaria y salud pública, 2007. Anthrax. Disponible en: <https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/antrax.pdf>).

Por otro lado, la situación epidemiológica en Latinoamérica revela que el ántrax es enzoótico en México, Guatemala, Bolivia y Venezuela (Asociación de médicos de sanidad exterior, 2020. Carbunco. Epidemiología y situación mundial. Disponible en: <https://www.amse.es/informacion-epidemiologica/147-carbunco-epidemiologia-y%20situacion%20mundial>). Asimismo, en Perú para la década de 1980, se reportaban 400 casos anuales en áreas rurales (agrícolas) de Ayacucho, Cajamarca, Huancavelica, Arequipa, Ica y Lima, principalmente con lesiones de ántrax cutáneo (pústula maligna) y excepcionalmente se complicaban con lesión meníngea, pero luego de la aplicación de programas de vacunación animal, sólo se reportan de 20 a 40 casos anuales, en su mayoría adquiridos por manipulación del ganado vacuno, muerto por ántrax (Gotuzzo *et al.*, 2001. Ántrax en Perú. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182001000400010&lng=es&nrm=iso).

Una característica peculiar de la infección animal por ántrax es que la sangre no coagula y drena de los orificios naturales como la nariz y boca de animales muertos, resultando en la contaminación del suelo y agua con bacterias, que finalmente se transforman en esporas, las cuales pueden ser transportadas y permanecer viables en piezas procesadas y productos como lana, pieles y cuero de animales infectados (Thappa, D. & Karthikeyan, K., 2002. Cutaneous anthrax: an Indian perspective. Disponible en: <https://ijdv.com/cutaneous-anthrax-an-indian-perspective/>). En el caso de los humanos, la transmisión se produce principalmente por cortes, pinchazos, o por contacto directo de la piel lesionada con suelo contaminado con las esporas, o con tejidos, procedentes de animales infectados (principalmente herbívoros), tales como cuero o harina de hueso, por la picadura de insectos que se alimentan de la sangre de animales infectados o de sus cadáveres; o por inhalación de esporas procedentes de productos de animales infectados y la ingesta de carne cruda o poco cocinada contaminada con las esporas (INSST, 2007. *Bacillus anthracis*. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/353183/Bacillus+anthracis+-+A%20C3%B1o+2014.pdf/d36a835644b1-4277-84a0-de8c0044bef5?version=1.3&t=1531760477009>).

En particular, la fabricación de pieles y el cuero a partir de pellejos curtidos de animales se emplean desde hace miles de años para confeccionar prendas de vestir, representando un riesgo de infección y transmisión de la enfermedad para los trabajadores. En el Perú existen cerca de 60 curtiembres, de las cuales aproximadamente el 50% se ubica en la Región Lima, y si bien éstas representan la mitad de las curtiembres de todo el país, su producción constituye el 75% y 60% de todo el cuero curtido producido de bovino y caprino-ovino, respectivamente (Huamani, G., 2014. La industria de la curtiembre y su incidencia en el medio de la Ciudad de Lima – 2012. Disponible en:

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAC_861112e8046e66479367e66ea41adecf), siendo importante para la economía, ya que a partir de las pieles, se fabrica variedad de prendas como abrigos, chaquetas, sombreros, guantes y botas; mientras que a partir del cuero se confeccionan productos, como tapicería para automóviles, correas de reloj, bolsos, calzado y artículos de viaje, entre otros (MacCann, M., 2001. Cuero, pieles y calzado. In Industrias Textiles y de confección. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cuero,+pieles+y+calzado>; Sanabria *et al.*, 2007. Conocimientos, actitudes y prácticas sobre carbunco. Estudio piloto en una zona endémica de Supe, Lima. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v24n1/a13v24n1.pdf>). No obstante, la escasa vacunación de los animales, el desconocimiento de los mecanismos de transmisión de la enfermedad, aunado a la manipulación frecuente de productos animales, favorecen la exposición, transmisión y persistencia del carbunco en los trabajadores de la industria curtiembre, convirtiéndolo en una enfermedad ocupacional (MacCann, 2001; Sanabria *et al.*, 2007; Gómez *et al.*, 2018. Evaluación de la Gestión Integral del Riesgo Químico en Curtiembres de la Ciudad de Armenia. Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/125147/orp_2018_RQC_15378681691.pdf?sequence=1&isAllowed=y); que puede impactar directamente en las empresas perjudicando la salud de los trabajadores y a su vez ocasionar pérdidas económicas a las mismas.

Por lo anteriormente expuesto, se propuso evaluar el riesgo biológico ocupacional en la industria curtiembre peruana, con la finalidad de que sean implementadas medidas de seguridad y prevención que disminuyan el riesgo de exposición de los trabajadores al *Bacillus anthracis*, lo que finalmente puede incidir favorablemente en la actividad productiva y económica de estas empresas.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio transversal en el que se solicitó participación a patronos, supervisores y trabajadores de empresas curtiembres del Perú. Para evaluar el riesgo biológico ocupacional y tener conocimiento acerca de las medidas de bioseguridad relacionadas con el *Bacillus anthracis* en pequeñas, medianas y grandes empresas, se consideró los principios propuestos por el Instituto Valenciano de Seguridad y Salud en el Trabajo (Instituto valenciano de seguridad y salud en el trabajo INVASSAT, 2013. Manual práctico para la evaluación del riesgo biológico en actividades laborales diversas, BIOGAVAL. Disponible en: <https://higieneambiental.com/sites/default/files/images/pdf/biogaval2013.pdf>), los cuales han sido aplicados por empresas curtiembres en Ecuador para garantizar un ambiente saludable y seguro en el trabajo de estas empresas y evitar la infección con dicho microorganismo. La metodología consta de 4 etapas fundamentales: cuantificación de variables y componentes de riesgo, medidas higiénicas adoptadas, cálculo e interpretación de los niveles de riesgo. Se realizó un análisis estadístico básico en los cuestionarios calculando las frecuencias de respuestas a las preguntas y porcentajes que representan cada una de estas para cada pregunta.

I. Cuantificación de las variables determinantes y componentes del riesgo

Se diseñó un instrumento con formularios específicos para obtener información de los patrones y trabajadores acerca de la etiología del agente y clasificación del riesgo biológico, clasificación del daño, vía de transmisión, vacunación, tasa de incidencia y realización de tareas de riesgo.

Ia. Clasificación de los agentes biológicos

Se emplearon los criterios para la clasificación de los agentes biológicos en cuatro grupos de riesgo biológico atendiendo exclusivamente al riesgo de infección que suponen para personas sanas sin tomar en cuenta el riesgo alérgico y tóxico, también considerados en la definición de agente biológico:

Grupo de riesgo 1: Se incluye agentes biológicos con poca probabilidad de causar enfermedad, sin riesgo de propagación a la colectividad sin necesidad de tratamiento.

Grupo de riesgo 2: Se incluye agentes biológicos que pueden causar enfermedad y constituir peligro para los trabajadores, con poca probabilidad de propagación a la colectividad y tratamiento conocido.

Grupo de riesgo 3: Se incluye agentes biológicos que pueden causar enfermedad grave y constituir serio peligro para los trabajadores, con probabilidad de propagación a la colectividad y tratamiento conocido.

Grupo de riesgo 4: Se incluye agentes biológicos que causan enfermedad grave y constituyen serio peligro para los trabajadores, con elevado riesgo de propagación a la colectividad y tratamiento no conocido.

Ib. Clasificación del daño

Para evaluar el daño que puede causar cada agente biológico, se consideró el número de días de baja que supondría padecer la enfermedad, así como la posibilidad o no de que ésta deje secuelas, siguiendo un tratamiento adecuado; se clasificó de la siguiente manera:

Daño menor a 30 días sin secuelas: 1 punto; daño mayor a 30 días sin secuelas: 2 puntos; daño menor a 30 días con secuelas: 3 puntos; daño mayor a 30 días con secuelas: 4 puntos.

Ic. Vía de transmisión

La vía de de transmisión se define como cualquier mecanismo por el cual un agente infeccioso se propaga de una fuente o reservorio a una persona. Para la clasificación de la vía de transmisión se emplearon los siguientes ítems:

Vía de transmisión indirecta: 1 punto; vía de transmisión directa: 1 punto; vía de transmisión aérea: 3 puntos.

Id. Tasa de incidencia del año anterior

La estimación de la tasa de incidencia de una enfermedad es un dato importante para valorar correctamente el riesgo de sufrir contagio en la población laboral de estudio en el desarrollo de su actividad. En este caso se clasificó de la siguiente forma: < 1 caso/100000 habitantes: 1 punto; entre 1-9 casos/100000 habitantes: 2 puntos; entre 10-99 casos/100000 habitantes: 3 puntos; entre 100- 999 casos/100000 habitantes: 4 puntos; \geq 1000 casos/100000 habitantes: 5 puntos.

Ie. Vacunación

En este apartado se estima el número de animales inmunizados, con la vacuna adsorbida contra el ántrax (AVA, por su sigla en inglés) vía intramuscular en 5 dosis durante un período de 18 meses y la vacuna precipitada contra el ántrax (AVP, por su sigla en inglés) vía intramuscular en 4 dosis durante un período de 8 meses (32 semanas). (Wright *et al.*, 2010). https://www.who.int/vaccine_safety/initiative/tools/Anthrax_Vaccine_rates_information_sheet_ES.pdf. Para el cálculo del nivel de riesgo correspondiente, se aplicó la siguiente puntuación: > 90% animales vacunados: 1 punto; entre 70 y 90% de animales vacunados: 2 puntos; entre 50 y 69% de animales vacunados: 3 puntos; <50% de animales vacunados: 4 puntos; animales sin vacunación: 5 puntos.

If. Frecuencia de realización de tareas de riesgo

Este factor evalúa el contacto entre el trabajador y el agente biológico objeto de la evaluación en su jornada laboral. Para ello, se calcula el porcentaje de tiempo de trabajo en que los trabajadores se encuentran en contacto con el agente biológico, descontando del total, el tiempo empleado en descansos, tareas administrativas, tiempo para el aseo y procedimientos que no impliquen riesgo de exposición. Una vez realizado este cálculo se clasifica la frecuencia y se evalúa el nivel de riesgo según la siguiente puntuación: Poco o raro contacto <20% del tiempo: 1 punto; contacto ocasional 20-40% del tiempo: 2 puntos; contacto frecuente 41-60% del tiempo: 3 puntos; contacto muy frecuente 61-80% del tiempo: 4 puntos; contacto habitual >80% del tiempo: 5 puntos.

II. Medidas higiénicas adoptadas

Con relación a la influencia de las medidas higiénicas adoptadas, se consideró las recomendaciones de “Protección contra exposiciones” emitido por la CDC (Centros para el Control y la Prevención de enfermedades CDC, 2017. El ántrax protección contra exposiciones. Disponible en: <https://www.cdc.gov/anthrax/es/grupos-especificos/animal-workers/proteccion-contra-exposiciones.html>). Para ello se elaboró un formulario específico que recoge 14 apartados, seleccionados a partir de la información aportada por trabajadores y supervisores de las empresas curtiembres, mediante el método observacional directo en un trabajo de campo previo.

En función al porcentaje obtenido, se aplicó los siguientes coeficientes de disminución de riesgo relacionado con el agente biológico, según la siguiente puntuación: < 50% de respuestas afirmativas sobre medidas higienicas adoptadas : 0 puntos; entre 50 y 79% de respuestas afirmativas sobre medidas higienicas adoptadas : -1 punto; entre 80 y 95% de respuestas afirmativas sobre medidas higienicas adoptadas : -2 puntos; >95% de respuestas afirmativas sobre medidas higienicas adoptadas : -3 puntos

III. Cálculo del nivel de riesgo biológico

Una vez clasificadas las variables y obtenidos los puntajes de cada clasificación se procedió a calcular el nivel de riesgo biológico ocupacional de cada grupo de empresas a partir de la siguiente fórmula:

$$R = (D \times V) + T + I + F$$

Donde:

R = Nivel de riesgo.

D = Daño tras su minoración con el valor obtenido de las medidas higiénicas.

V = Vacunación.

T = Vía de transmisión (habiendo restado el valor de las medidas higiénicas).

I = Tasa de incidencia.

F = Frecuencia de realización de tareas de riesgo.

IV. Interpretación de los niveles de riesgo biológico

Una vez realizador los cálculos, se interpretó los niveles de riesgo biológico mediante los siguientes ítems:

Nivel de acción biológica (NAB) = 7 o Valores superiores requieren la adopción de medidas preventivas para reducir la exposición)

Límite de exposición biológica (LEB) = 9 o Valores superiores representan situaciones de riesgo intolerable que requieren acciones correctoras inmediatas.

Resultados

En la figura 1. Se ilustra el conocimiento que tienen los trabajadores de cada industria (incluyendo supervisores y patronos) acerca del grupo de riesgo al que pertenece el *Bacillus anthracis*, así como el riesgo de propagación a la colectividad y profilaxis; observando que la mayor proporción de trabajadores de las pequeñas empresas consideran al agente infeccioso dentro del grupo 1, mientras que la mayoría de trabajadores de medianas y grandes empresas lo categorizan en el grupo 3.

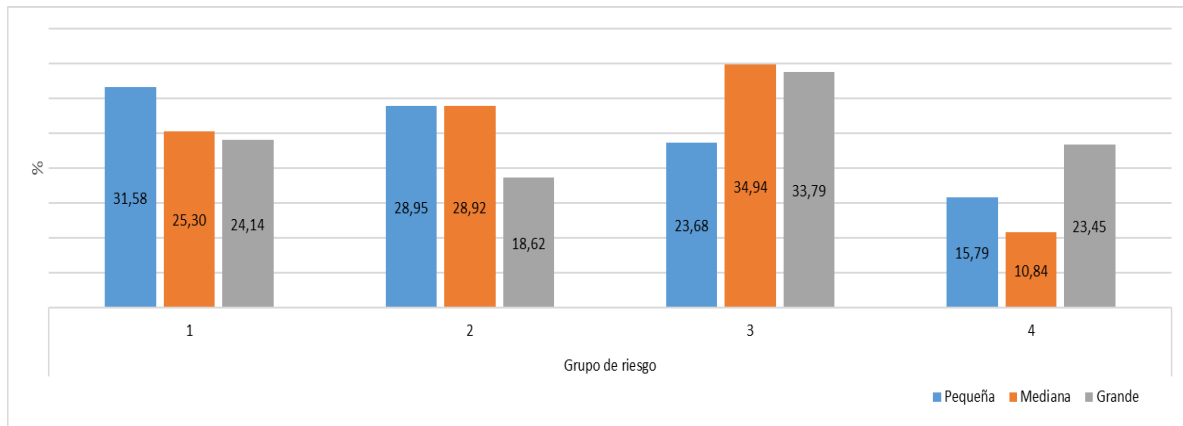


Figura 1. Grupo de riesgo al que pertenece el *Bacillus anthracis*, según los declarantes

Posteriormente se estimó el daño no corregido, considerando como riesgo empresarial aquel que presenta mayor categorización; obteniendo que los tres tipos de empresas fueron categorizadas como “4”, ya que los declarantes afirman que las secuelas del daño sobrepasan a los 30 días de baja. Igualmente se categorizó la transmisión no corregida como “3” para todas las industrias evaluadas. (Tabla 1).

Tabla 1. Daño y transmisión no corregida de *Bacillus anthracis* en tres industrias de curtiembre peruanas

Industria de Curtiembre	N°	Daño			Transmisión		
		N	%	categoría	N	%	categoría
Pequeña	38	24	63,16	4	29	79,32	3
Media	83	51	61,45	4	57	68,67	3
Grande	145	98	67,59	4	88	60,69	3

Con relación a la incidencia de enfermedad por *Bacillus anthracis* para los tres tipos de industrias, éstas fueron categorizadas como “1”, ya que la totalidad de los encuestados (38, 83 y 145 personas de la industrias pequeñas, medianas y grandes respectivamente) manifestaron conocer 1 o menos casos, en el año anterior. De igual forma, al valorar si las materias primas provienen de animales vacunados, la totalidad de los encuestados manifestó que provenía de animales no vacunados, categorizando cada empresa en la categoría “5”. (Datos no mostrados).

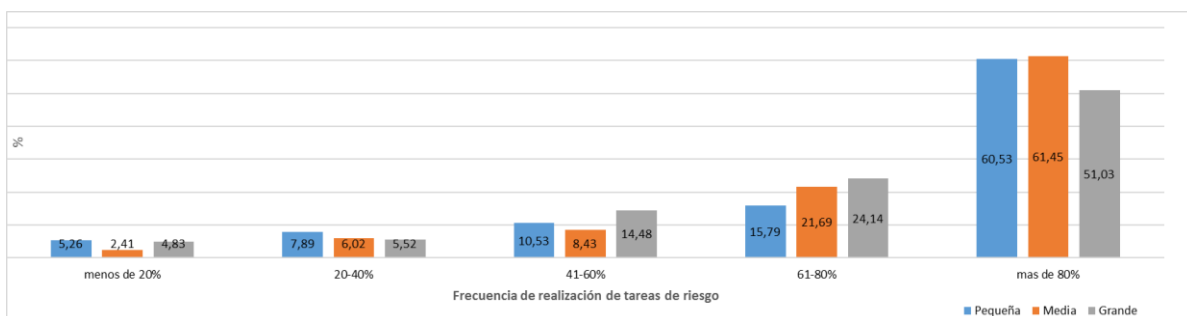


Figura 2. Frecuencia de realización de tareas de riesgo

Asimismo, en la figura 2. se muestra el porcentaje de tiempo de exposición del trabajador al riesgo biológico, observando que en los tres tipos de industrias la mayoría de los trabajadores (más del 50%) se encuentran expuestos al microorganismo el 80% o más del tiempo de labores, lo que confiere una categorización de “5”.

Tabla 2. Medidas higiénicas adoptadas en tres industrias de curtiembre peruanas.

Ítems	Industria de Curtiembre									Total		
	Pequeña n°			Media n°			Grande n°			N°	Respuestas afirmativas	%
	N°	Respuestas afirmativas	%	N°	Respuestas afirmativas	%	N°	Respuestas afirmativas	%			
Trabaje en un lugar que esté bien ventilado.	38	21	55,26	83	65	78,31	145	98	67,59	266	184	69,17
Use el equipo de protección personal (EPP) adecuado, que incluya lo siguiente:												
o Una mascarilla o respirador que se ajuste bien a la cara (N-95 ⁴).	38	17	44,74	83	48	57,83	145	91	62,76	266	156	58,65
o Protección para los ojos.	38	15	39,47	83	47	56,63	145	84	57,93	266	146	54,89
o Guantes protectores.	38	8	21,05	83	63	75,90	145	93	64,14	266	164	61,65
Lávese las manos con agua y jabón en forma frecuente y minuciosa.	38	17	44,74	83	54	65,06	145	77	53,10	266	148	55,64
Evite llevarse los dedos a los ojos, la nariz o la boca.	38	11	28,95	83	51	61,45	145	75	51,72	266	137	51,50
Use un par de zapatos que sea exclusivo para trabajar.	38	8	21,05	83	54	65,06	145	89	61,38	266	151	56,77
Cúbrase con ropa toda la piel expuesta (pantalones, mangas largas).	38	14	36,84	83	47	56,63	145	102	70,34	266	163	61,28
Quítese y lave la ropa con un detergente común en el lugar de trabajo.	38	5	13,16	83	47	56,63	145	99	68,28	266	151	56,77
Mantenga limpio su espacio de trabajo.	38	17	44,74	83	39	46,99	145	101	69,66	266	157	59,02
Su espacio de trabajo debe limpiarse con una aspiradora que tenga un filtro de aire de alta eficiencia	38	5	13,16	83	38	45,78	145	97	66,90	266	140	52,63
Evite sacudir o golpear las pieles o cueros con fuerza, barrer en seco o usar aire comprimido.	38	7	18,42	83	41	49,40	145	103	71,03	266	151	56,77
Evite sacar objetos de su lugar de trabajo.	38	8	21,05	83	32	38,55	145	105	72,41	266	145	54,51
¿Se dispone de dispositivos de bioseguridad?	38	12	31,58	83	31	37,35	145	108	74,48	266	151	56,77
¿Se utilizan dispositivos adecuados de bioseguridad?	38	10	26,32	83	29	34,94	145	110	75,86	266	149	56,02

Por otra parte, al estimar el promedio de aplicación de medidas higiénicas en los tres tipos de industrias, se obtuvo un porcentaje general de 57,47% y de 30,70%, 55,10% y 65,84% para pequeña, mediana y grande, respectivamente (Tabla 2). De allí que, se categoriza “0” para la industria pequeña y “-1” para el resto de las industrias evaluadas.

Tabla 3. Niveles de riesgo biológico en industrias curtiembres peruanas.

Industria de Curtiembre	Daño	Daño corregido	Transmisión	Transmisión corregida	Incidencia	Vacunación	Frecuencia riesgo	Riesgo
Pequeña	4	4	3	3	1	5	5	29
Media	4	3	3	2	1	5	5	23
Grande	4	3	3	2	1	5	5	23

Finalmente, al calcular el nivel de riesgo biológico ocupacional para el *Bacillus anthracis* se constató que existe un grave riesgo de infección en los tres tipos de empresas curtiembres, puesto que superan en gran medida el límite de exposición biológica (Tabla 3).

Discusión

En la actualidad se considera a todo trabajador como parte fundamental de una empresa, de modo que fomentar actividades en pro de su salud, seguridad y bienestar se traduce en productividad, competitividad y sostenibilidad organizacional. Ello sugiere que, las organizaciones tienen la ardua tarea de propiciar condiciones seguras de trabajo. No obstante, existen riesgos presentes en todos los lugares de trabajo y la prioridad en materia de seguridad y salud radica en la identificación de éstos, la implementación de acciones preventivas y/o correctivas y la evaluación de las mismas, con el objeto de mitigar la contingencia y salvaguardar la vida y seguridad de los trabajadores. Por otra parte, el talento humano de la empresa, debe conocer los reglamentos y medidas pertinentes en torno a la seguridad y la salud propia dentro de la empresa; además de estar capacitado para actuar ante los posibles peligros y riesgos a los que está expuesto dentro del ambiente laboral; tales como agentes biológicos responsables de infecciones, efectos alérgicos, tóxicos, entre otros. En consecuencia el riesgo biológico debe ser evaluado y controlado para promover la seguridad y salud del trabajador. (Mirón, M., 2006. Portal del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. (Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/EN%20CATALOGO/Higiene/Directrices%20para%20evaluar%20el%20riesgo%20biologico/directrices%20para%20evaluar%20el%20riesgo%20biologico.pdf>).

En el presente estudio se evaluó el conocimiento de los trabajadores acerca del *Bacillus anthracis* y la mayoría de los empleados de las pequeñas empresas lo categorizan en el grupo de riesgo 1, es decir de bajo riesgo individual y comunitario; según la OMS, este grupo incluye aquellos microorganismos, bacterias, hongos, virus y parásitos, que no causan enfermedades a humanos ni animales; quedando en evidencia el poco conocimiento que tienen respecto al microorganismo y el riesgo que representa para su salud. No obstante, los trabajadores de medianas y grandes empresas lo categorizan en el nivel de riesgo 3 que corresponde a microorganismos que causan enfermedades graves y constituyen serio peligro para los trabajadores, puesto que presentan alta probabilidad de propagación (OMS, 2020. Laboratory biosafety manual, 4th edition. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240011311>). Esta diferencia puede ser atribuible a la implementación constante de programas de capacitación en bioseguridad para los trabajadores en estas últimas industrias, favoreciendo la prevención de enfermedades laborales.

Por su parte, Aguilar *et al.*, (2015) en un estudio realizado para evaluar el nivel de exposición y protección de los trabajadores a los agentes biológicos laborales en empresas de diferentes tamaños, relacionadas con el sector sanitario, granjas, industria cárnica, laboratorios, plantas de tratamiento de residuos, industria alimentaria y centros veterinarios; observaron una baja tasa de evaluación de riesgos biológicos en las empresas estudiadas, además no identificaban ni clasificaban los agentes biológicos, lo cual puede obedecer a un desconocimiento general de la normativa de aplicación y también de los riesgos biológicos laborales. Asimismo, señalaron que una cuarta parte de los trabajadores no habían recibido formación específica acerca del riesgo biológico, a excepción de los trabajadores pertenecientes a medianas empresas quienes si recibieron mayor formación en la materia y sobre el uso de elementos de seguridad personal (Aguilar *et al.*, 2015. Diferencias de protección frente al riesgo biológico laboral en función del tamaño de la empresa. Disponible en: <https://www.scielosp.org/pdf/rsap/2015.v17n2/195-207/es>).

Lo anterior sugiere, que independientemente del objeto de la empresa es común la carencia de información acerca del riesgo biológico laboral y que mientras mayor tamaño o número de trabajadores tiene la empresa, presta mayor atención a la capacitación de sus trabajadores en materia de seguridad laboral. De igual manera, otro estudio realizado en una empresa de curtiembre refiere la falta de difusión de conocimientos acerca de riesgos laborales, tanto mecánicos, químicos, biológicos, físicos, ergonómicos y psicosociales; lo que ha traído como consecuencia la posibilidad de contraer enfermedades laborales, sugiriendo la necesidad de identificar y evaluar los riesgos laborales, preservar el buen estado de herramientas de bioseguridad y la actualización y difusión oportuna de los reglamentos de seguridad y salud en el trabajo, puesto que, el desconocimiento de estos aspectos pone en peligro la integridad física de los trabajadores de la industria (Dominguez, F., 2016. Evaluación de riesgos laborales de los trabajadores de la empresa Curtilan S.C. en el año 2016. Propuesta de actualización del reglamento de seguridad y salud en el trabajo. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6565/1/MUTC-000498.pdf>).

Otro caso particular en una empresa de curtiembre en Ambato, Ecuador, demostró que al analizar el riesgo laboral general, se obtuvo mayor proporción en aspectos relacionados con el riesgo químico (45 %), seguido del riesgo físico (20 %), las condiciones de seguridad (17 %) y por último el riesgo biológico, donde no se incluyó como posible agente el *Bacillus anthracis*, debido a la baja incidencia de casos presentados en los últimos años. Sin embargo, se constató que los trabajadores están expuestos a agentes biológicos debido a que no existe total uso de implementos de protección personal, generando una evaluación global de 61% de inseguridad laboral, lo que resulta muy deficiente y evidencia altos índices de riesgo sobre todo en los procesos de ribera y curtido del cuero (Yanque, J., 2017. Elaboración de un plan de seguridad industrial en la empresa curtiembre Quisapincha de la ciudad de Ambato, según decreto ejecutivo 2393, instrumento andino decisión 584, reglamento del instrumento andino resolución 957 y el código de trabajo. Disponible en: <http://dspace.espe.edu.ec/bitstream/123456789/6988/1/85T00450.pdf>).

Los principales riesgos de la industria curtiembre se asocian a accidentes, fallas mecánicas, problemas ergonómicos, polvo, pero sobre todo a la exposición química, debido al empleo de una extensa cantidad de taninos, álcalis, ácidos, desinfectantes y disolventes, que son irritantes y causan afectaciones a la piel y las vías respiratorias, produciendo dermatitis por contacto y bronquitis, respectivamente (McCann, 2001; Silva, M. & Salinas, D., 2021. La contaminación proveniente de la industria curtiembre, una aproximación a la realidad ecuatoriana. Disponible en: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rcuisrael/v9n1/2631-2786-rcuisrael-9-01-00069.pdf>). De ahí que el presente estudio cobra mayor relevancia, puesto que la mayor parte de las investigaciones consultadas en empresas curtiembres no dirigen su objetivo a evaluar el riesgo biológico ocupacional y menos aún al que representa el carbunco o ántrax; por el contrario, se enfocan en valorar el riesgo de accidentes laborales, factores químicos, ergonómicos, físicos, psicológicos y carencia de equipos de protección personal, que afectan la calidad de vida de los trabajadores (Reinoso, G., 2018. Calidad de vida en el trabajo y su influencia en la disminución de los riesgos laborales de las curtiembres en el cantón Ambato. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29068/1/533%20O.E..pdf>). Aunado a ello, la mayor parte de los estudios y bibliografía relacionados con el *Bacillus anthracis* enfocan la mirada hacia su empleo como arma biológica o hacia el bioterrorismo.

Las tareas con mayor riesgo de exposición a agentes biológicos son aquellas en las que el trabajador entra en contacto o manipula las partes más contaminadas del animal y en el presente estudio al evaluar la frecuencia de realización de tareas de riesgo se encontró que los trabajadores de las pequeñas, medianas y grandes empresas curtiembres peruanas pueden tener contacto con el agente biológico en más del 80% de su tiempo laboral, lo que les confiere un alto riesgo

biológico. Igualmente, Roa (2019), reportó un nivel de frecuencia de realización de tareas de riesgo mayor al 80% en una empresa curtiembre, sin embargo, la exposición fue evaluada sólo para *Staphylococcus Aureus*, *Salmonella*, *Escherichia coli* y *Clostridium* (Roa, D., 2019. Diagnóstico de riesgos biológicos en el proceso de pelambre para establecer medidas de control en la empresa Curtidos Universal. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/15746/RoaLeguizamonDanielHumberto2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>). Al respecto, Santín, (2020) en estudio realizado en una empresa de productos cárnicos, reportó un promedio de 34% de tiempo de exposición en el proceso de sacrificio en el ganado bovino y de 30% de tiempo de exposición en el proceso de sacrificio en el ganado porcino, siendo resultados alarmantes que requieren planes de acción preventiva para mejorar la seguridad de los trabajadores, no obstante, distan mucho del alto porcentaje obtenido para las empresas de cuero peruanas, quedando en evidencia la necesidad inmediata de implementar medidas de bioseguridad para riesgo biológico que realmente garanticen la salud de los trabajadores. (Santín, J., 2020. Implementación de un sistema de gestión preventiva de riesgos laborales de origen biológico en el proceso de faenamiento del camal municipal del gad de cascales. Disponible en: <http://201.159.222.95/bitstream/123456789/2172/1/SANTIN%20CASTRO%20JOHN%20ALEJANDRO.pdf>).

Parra (2003), señala que las medidas de prevención general frente al riesgo de contaminación con agentes biológicos implican el adecuado aseo personal, control de plagas en los locales de trabajo, disponibilidad de servicios básicos en el lugar de trabajo e información sobre el riesgo a las personas expuestas. Cuando existe manipulación directa de animales o de sus productos (como en las empresas de cuero), la medidas preventivas están relacionadas con la información acerca del riesgo específico, la identificación de animales sospechosos y las normas de manipulación; de igual manera, la prevención del contagio por riesgo biológico también implica la vacunación de los animales y humanos contra los diferentes microorganismos que pueden originar enfermedades infecciosas (incluyendo el *Bacillus anthracis*) (Parra, M., 2003. Conceptos básicos en Salud laboral 3ra Edición. Disponible en: https://issuu.com/isevirtual/docs/parra_202003). Sobre ese particular, se indagó acerca del origen de la materia prima manipulada por los trabajadores de las industrias curtiembres, resultando que proviene de animales no vacunados contra el *Bacillus anthracis* (categoría 5). Estos resultados difieren del estudio de Roa (2019), quien en una empresa de curtiembre encontró que la materia prima provenía de animales no vacunados (categoría 5) contra *Staphylococcus Aureus*, *Salmonella* y *Escherichia coli*, y de animales vacunados (más del 90%) contra *Clostridium* (categoría 1); con la salvedad de que el *Bacillus anthracis* fue descartado del estudio porque previamente no se encontró evidencia de su presencia en el material a ser manipulado; no obstante, se demostró fallas en la selección de la materia prima a ser transformada.

Por otra parte, en el presente estudio se obtuvo un porcentaje general de menos del 60% de aplicación de medidas higiénicas en los tres tipos de industrias, observando poco cumplimiento en las pequeñas empresas en aspectos como: sacudir o golpear las pieles o cueros, barrer en seco, limpieza con aspiradora, cambio y lavado de ropa en el lugar de trabajo, sacar objetos del lugar de trabajo y uso de implementos de seguridad; elevando el riesgo de enfermedad laboral tanto para los trabajadores como para sus familiares.

Finalmente, tal y como lo evidencia el estudio de Roa (2019), para los microorganismos *Staphylococcus Aureus*, *Salmonella*, *Escherichia coli* y *Clostridium*; los resultados obtenidos en nuestro estudio permiten afirmar que el nivel de riesgo supera el límite de exposición biológica para el *Bacillus anthracis* en las pequeñas, medianas y grandes empresas curtiembres de Perú representando una situación de riesgo intolerable que requiere acciones correctoras inmediatas; además se evidencia que los trabajadores de las pequeñas empresas no tienen conocimiento acerca del riesgo biológico al que están expuestos y en consecuencia no entienden la importancia del uso de elementos de protección personal. Por lo tanto, es necesario mitigar la exposición al riesgo biológico existente en dichas empresas, que permita mantener la salud de los trabajadores, comenzando por evitar la enfermedad en los animales, con la aplicación de vacunas, supervisión oportuna de la materia prima y restricciones en la comercialización de productos animales que proceden de regiones donde el ántrax es frecuente; lo que permitiría prevenir el contacto con productos de origen animal infectados (Moredo et al., 2019. Patogenicidad microbiana en Medicina veterinaria. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/74878/Volumen_Bacteriolog%C3%ADa.pdf?sequence=1#page=92). Por otro lado, es imprescindible insistir en la capacitación de los trabajadores acerca de los microorganismos que generan riesgo biológico como el *Bacillus anthracis* además de la adopción y práctica de adecuadas medidas de bioseguridad en las empresas curtiembres, que garanticen la salud de los trabajadores.

Conflicto de intereses

No hay reporte de conflicto.

Agradecimientos

A todos los que participaron en este proyecto haciéndolo posible.