



Control y prevención de enfermedades zoonóticas: nuevas estrategias para la salud pública veterinaria

Control and Prevention of Zoonotic Diseases: New Strategies for Veterinary Public Health



Lourdes Anita Ulloa Ulloa ^I

aulloaregion3@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3793-2499>

Instituto Superior Tecnológico Pelileo,
Pelileo – Ecuador



Carlos Alberto Bustos Marcial ^{II}

carlosalbustosma@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3304-4395>

Gad Parroquial de San Fernando,
Ambato - Ecuador



Jorge Raúl Tene Chinlli ^{III}

jrtene@istlatroncal.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-1612-4740>

Instituto Superior Tecnológico La Troncal,
La Troncal - Ecuador



Oswaldo Amangandi Sinchipa ^{IV}

oswaldo.amangandi@ueb.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7668-3299>

Universidad Estatal de Bolívar,
Guaranda - Ecuador

Fecha de envío: 2026-06-14

Fecha de revisión: 2026-07-15

Fecha da aceptación: 2026-08-28

Resumen

El objetivo de esta investigación fue analizar el efecto de una estrategia integrada de control y prevención de enfermedades zoonóticas, basada en el enfoque Una Salud y apoyada por el módulo de realidad aumentada EcoVet-RA, sobre el fortalecimiento de prácticas preventivas en salud pública veterinaria. La metodología correspondió a un estudio cuasi experimental, descriptivo-correlacional, con dos grupos: un grupo de control y un grupo experimental, conformados por 140 animales bajo seguimiento sanitario comunitario. Se aplicó una ficha estructurada de evaluación epidemiológica para medir indicadores de vigilancia, bioseguridad, vacunación, trazabilidad y notificación temprana; el instrumento fue validado por juicio de expertos y obtuvo un alfa de Cronbach de 0.89, considerado muy confiable. Los resultados mostraron mejoras superiores en el grupo experimental, especialmente en identificación temprana de signos clínicos, cumplimiento de vacunación, aplicación de barreras de bioseguridad y reporte oportuno de eventos compatibles con zoonosis. La prueba t de Student evidenció diferencias estadísticamente significativas entre grupos después de la intervención ($p < 0.001$), mientras que la d de Cohen indicó un efecto grande en la mayoría de dimensiones evaluadas. La correlación de Pearson reveló asociaciones positivas entre exposición a EcoVet-RA y desempeño preventivo. Se concluye que las estrategias integradas, intersectoriales y tecnológicamente mediadas pueden mejorar la prevención zoonótica al articular vigilancia animal, educación sanitaria, respuesta comunitaria y gestión del riesgo. Este borrador utiliza resultados simulados con fines académicos y debe ser validado con datos reales antes de su publicación científica.

Palabras clave: zoonosis; salud pública veterinaria; Una Salud; vigilancia epidemiológica; realidad aumentada.

Abstract

The objective of this study was to analyze the effect of an integrated strategy for the control and prevention of zoonotic diseases, based on the One Health approach and supported by the EcoVet-RA augmented reality module, on the strengthening of preventive practices in veterinary public health. The methodology followed a quasi-experimental, descriptive-correlational design with two groups: a control group and an experimental group, involving 140 animals under community health monitoring. A structured epidemiological assessment form was applied to measure indicators of

surveillance, biosecurity, vaccination, traceability, and early notification. The instrument was validated by expert judgment and achieved a Cronbach's alpha of 0.89, considered highly reliable. Results showed greater improvements in the experimental group, particularly in early identification of clinical signs, vaccination compliance, biosecurity barrier application, and timely reporting of events compatible with zoonoses. Student's t-test showed statistically significant differences between groups after the intervention ($p < 0.001$), while Cohen's d indicated a large effect in most assessed dimensions. Pearson's correlation revealed positive associations between exposure to EcoVet-RA and preventive performance. It is concluded that integrated, intersectoral, and technologically mediated strategies can improve zoonotic prevention by linking animal surveillance, health education, community response, and risk management. This draft uses simulated results for academic purposes and must be validated with real data before scientific publication.

Keywords: zoonoses; veterinary public health; One Health; epidemiological surveillance; augmented reality.

Introducción

Las enfermedades zoonóticas constituyen uno de los desafíos más complejos de la salud pública contemporánea porque se originan, circulan o se amplifican en la intersección entre animales, seres humanos, ecosistemas, cadenas alimentarias y dinámicas sociales. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define las zoonosis como enfermedades infecciosas que pasan de animales a seres humanos por contacto directo, alimentos, agua, ambiente o vectores, y destaca que su prevención no puede separarse de las condiciones de producción animal, convivencia con animales de compañía, biodiversidad, movilidad humana y vigilancia sanitaria. En esa misma línea, la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la OMS han impulsado el enfoque Una Salud como una respuesta integrada para optimizar la salud de personas, animales, plantas y ecosistemas mediante colaboración entre sectores. Este marco también es promovido por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), porque la prevención de los eventos zoonóticos depende de sistemas coordinados de vigilancia, comunicación de riesgos, bioseguridad y respuesta temprana (FAO et al., 2022; OMS, 2020; OPS, 2024; WOA, 2024).

La literatura científica ha mostrado que una proporción importante de las enfermedades infecciosas emergentes tiene origen zoonótico. Jones et al. (2008) documentaron tendencias globales de enfermedades infecciosas emergentes asociadas con cambios ambientales y socioeconómicos; Taylor et al. (2001) identificaron que los virus y patógenos con amplio rango de hospedadores tienen mayor potencial de emergencia; Woolhouse y Gowtage-Sequeria (2005) sostuvieron que la amplitud de hospedadores facilita la aparición y reaparición de patógenos; Cleaveland et al. (2001) evidenciaron la relevancia de los mamíferos domésticos en el riesgo de emergencia; y Daszak et al. (2000) explicaron que las enfermedades de la fauna silvestre pueden amenazar tanto la biodiversidad como la salud humana. Estas contribuciones permiten comprender que el control zoonótico no puede ser únicamente reactivo ni limitado al tratamiento de casos, sino que debe anticiparse a los factores que incrementan la probabilidad de exposición, transmisión y amplificación de agentes infecciosos.

El riesgo de salto interespecie o spillover se produce cuando un patógeno supera barreras ecológicas, conductuales, inmunológicas y sociales hasta alcanzar un hospedero susceptible. Plowright et al. (2017) propusieron un marco de rutas de derrame que integra presión de infección en el reservorio, supervivencia ambiental, contacto entre especies y susceptibilidad del hospedero expuesto. Lloyd-Smith et al. (2009) agregaron que la dinámica en la interfaz humano-animal debe analizarse con modelos epidemiológicos que distingan eventos de exposición aislada de procesos de transmisión sostenida. Morse et al. (2012) plantearon que la prevención de la próxima zoonosis pandémica exige vigilancia focalizada en interfaces críticas, y Karesh et al. (2012) mostraron que muchas zoonosis tienen historias naturales alteradas por procesos humanos como urbanización, comercio de animales, intensificación agropecuaria y fragmentación de hábitats. En conjunto, estos autores sostienen que la salud pública veterinaria debe actuar antes de que el brote sea visible en hospitales, reforzando la detección en animales, el monitoreo de reservorios, el control de vectores y la educación comunitaria.

Los cambios en el uso del suelo, la pérdida de biodiversidad y la presión climática aumentan la probabilidad de contacto entre animales silvestres, animales domésticos y personas. Allen et al. (2017) identificaron zonas críticas de enfermedades zoonóticas emergentes a escala global; Gibb et al. (2020) encontraron que la diversidad de hospedadores zoonóticos aumenta en ecosistemas dominados por actividades humanas; Carlson et al. (2022) advirtieron que el cambio climático puede incrementar la

transmisión viral entre especies al modificar la distribución geográfica de mamíferos; Hassell et al. (2017) relacionaron urbanización, crecimiento demográfico y cambios ambientales con la emergencia de enfermedades; y Johnson et al. (2020) analizaron cómo las tendencias poblacionales de mamíferos pueden predecir riesgos de derrame viral. Estos hallazgos obligan a que la prevención veterinaria incorpore información territorial, indicadores ambientales y análisis de movilidad, superando la visión tradicional centrada solo en animales enfermos.

En América Latina, la prevención zoonótica también debe leerse desde la desigualdad territorial, la informalidad en mercados de animales, la convivencia estrecha con animales de compañía, la producción familiar y la limitada disponibilidad de servicios veterinarios en zonas rurales y periurbanas. La OPS ha señalado que las zoonosis son enfermedades transmisibles naturalmente desde animales vertebrados al ser humano y que la movilización de personas, animales, productos y subproductos favorece su diseminación. En el caso peruano, el Ministerio de Salud (MINSA) y el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) forman parte de acciones de prevención y control de enfermedades zoonóticas, junto con otros sectores, lo que refleja que la respuesta nacional no puede depender de una sola institución. La priorización de rabia, influenza aviar, leptospirosis y otras zoonosis bajo el enfoque Una Salud muestra la necesidad de articular vigilancia humana, vigilancia animal, protección ambiental y educación sanitaria comunitaria (MINSA, 2024; SENASA, 2025).

La salud pública veterinaria cumple una función estratégica porque conecta la clínica animal con la epidemiología, la seguridad alimentaria, la inocuidad, el bienestar animal, la vigilancia de fauna silvestre y la comunicación de riesgos. Bird y Mazet (2018) resaltaron que la detección de patógenos emergentes exige laboratorios, redes de información y participación comunitaria; Han et al. (2016) mostraron que los mamíferos difieren en su potencial de albergar patógenos zoonóticos; Hampson et al. (2015) estimaron la carga global de la rabia canina y evidenciaron la relevancia de la vacunación como medida costo-efectiva; Coleman y Dye (1996) señalaron que coberturas adecuadas de inmunización canina pueden prevenir brotes; y Wallace et al. (2017) sostuvieron que la eliminación de muertes humanas por rabia transmitida por perros depende de vacunación masiva, planificación sostenida y recursos suficientes. Estas evidencias confirman que el control zoonótico debe combinar medidas clínicas, poblacionales y comunitarias.

El enfoque Una Salud no es solo una declaración conceptual, sino una arquitectura de trabajo. Zinsstag et al. (2011) explicaron la transición desde una medicina separada hacia enfoques sistémicos; Mackenzie y Jeggo (2019) destacaron que los riesgos sanitarios actuales exigen coordinación multidisciplinaria; Destoumieux-Garzón et al. (2018) enfatizaron que Una Salud requiere integrar ciencias biológicas, sociales y ambientales; y Grace et al. (2012) vincularon pobreza y puntos críticos zoonóticos, mostrando que las intervenciones deben priorizar territorios donde la exposición animal-humano coincide con vulnerabilidad social. Por ello, una estrategia de control y prevención debe medir no solo casos o lesiones, sino destrezas sanitarias observables: identificación de signos, aislamiento preventivo, vacunación, manejo de residuos, desinfección, trazabilidad, notificación y respuesta ante sospecha.

En años recientes, las herramientas digitales han ganado espacio como apoyo a la educación sanitaria y al entrenamiento práctico. La realidad aumentada (RA) permite superponer información digital sobre escenarios reales, facilitando la visualización de rutas de transmisión, puntos críticos de bioseguridad y procedimientos de vigilancia. En educación, Akçayır y Akçayır (2017) describieron ventajas y desafíos de la RA; Garzón et al. (2019) reportaron efectos positivos en aprendizaje; Radu (2014) indicó que la RA favorece la representación espacial de procesos complejos; y Barsom et al. (2016) encontraron utilidad en el entrenamiento médico. En salud pública veterinaria, una aplicación como EcoVet-RA puede emplearse para simular corrales, clínicas, mercados, domicilios y rutas de contacto, permitiendo que el personal o cuidadores reconozcan riesgos antes de que ocurra la exposición real. De esta manera, la tecnología no reemplaza la vigilancia ni la intervención veterinaria, pero sí puede fortalecer destrezas preventivas y toma de decisiones.

Desde esta perspectiva, el artículo propone un modelo académico de intervención basado en EcoVet-RA para mejorar indicadores de control y prevención de enfermedades zoonóticas en 140 animales bajo seguimiento sanitario. La propuesta integra vigilancia epidemiológica, bioseguridad, educación comunitaria, vacunación y comunicación de riesgos. Además, incorpora evaluación estadística mediante alfa de Cronbach, correlación de Pearson, prueba t de Student para muestras independientes y tamaño del efecto d de Cohen, con el fin de mostrar no solo si existen diferencias entre grupos, sino también la magnitud práctica de las mejoras. Al tratarse de un borrador con resultados simulados, su valor principal es metodológico y formativo: ofrece una estructura coherente para futuras

investigaciones aplicadas con datos reales, protocolos éticos aprobados y participación intersectorial.

Objetivo general de la investigación

Determinar el efecto de la estrategia integrada EcoVet-RA, basada en realidad aumentada y enfoque Una Salud, en el fortalecimiento de las destrezas de control y prevención de enfermedades zoonóticas en salud pública veterinaria, mediante indicadores de vigilancia epidemiológica, bioseguridad, vacunación, trazabilidad y notificación temprana en 140 animales bajo seguimiento sanitario comunitario.

Metodología

La investigación se diseñó como un estudio cuasi experimental de enfoque descriptivo-correlacional, porque comparó dos grupos ya conformados bajo seguimiento sanitario y permitió describir indicadores preventivos, así como examinar su asociación con la exposición a la estrategia EcoVet-RA. La muestra operativa estuvo integrada por 140 animales, distribuidos en un grupo de control de 70 animales, que mantuvo orientación sanitaria convencional, y un grupo experimental de 70 animales, donde se aplicó EcoVet-RA, módulo de realidad aumentada (RA) orientado a simular rutas de transmisión, puntos críticos de bioseguridad, signos compatibles con zoonosis, trazabilidad y notificación temprana. Este diseño fue pertinente porque en escenarios comunitarios no siempre es posible asignar aleatoriamente animales que pertenecen a hogares, unidades productivas o espacios de cuidado. Para recolectar datos se elaboró una ficha estructurada de evaluación sanitaria con cinco dimensiones: identificación temprana de signos clínicos, cumplimiento de vacunación y desparasitación, aplicación de barreras de bioseguridad, registro de contactos y notificación de eventos sospechosos. El instrumento fue validado por diez expertos en salud pública veterinaria, epidemiología, sanidad animal, bioseguridad, educación sanitaria y tecnología aplicada, quienes revisaron claridad, pertinencia, coherencia, suficiencia y aplicabilidad. La confiabilidad alcanzó un alfa de Cronbach de 0.89, valor considerado muy confiable por expresar alta consistencia interna entre ítems, conforme al planteamiento de Cronbach (1951).

Para el análisis se calculó la correlación de Pearson, con el fin de estimar fuerza y dirección de la relación entre exposición a EcoVet-RA y desempeño preventivo final. También se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes, adecuada para

contrastar medias entre grupo de control y grupo experimental. Además, se estimó la *d* de Cohen para interpretar la magnitud práctica de las diferencias, debido a que la significancia estadística no siempre expresa relevancia aplicada (Lakens, 2013). Los resultados corresponden a una matriz simulada con fines académicos y deben validarse con datos reales, aprobación ética y protocolos de campo antes de su uso como evidencia científica final.

Resultados

Gráfico 1.

Perfil basal de riesgo zoonótico según dimensión epidemiológica evaluada.



Nota. El valor más significativo fue el 72.1 % de riesgo observado en notificación de sospechas, lo que evidencia una debilidad inicial crítica.

La línea de base revela que las mayores debilidades se concentraron en notificación de sospechas y bioseguridad. Esto indica que el riesgo no se limita al estado clínico del animal, sino a la demora en comunicar eventos, separar animales y activar vigilancia. En salud pública veterinaria, una sospecha no reportada puede ampliar contactos y retrasar medidas de contención. Por ello, la intervención debía priorizar procedimientos observables: reconocer signos, aislar, registrar y comunicar. EcoVet-RA resulta pertinente porque transforma escenarios de riesgo en imágenes prácticas, ayudando a comprender qué acción tomar antes de que el evento se convierta en brote.

Tabla 1

Variación del desempeño preventivo antes y después de EcoVet-RA.

Componente operativo	Logro preintervención	Logro posintervención	Incremento absoluto	Resultado sanitario
Identificación de signos	45.2	82.4	+37.2	Mejora alta
Vacunación/desparasitación	51.7	86.1	+34.4	Mejora alta
Aislamiento preventivo	38.4	78.9	+40.5	Mejora muy alta
Desinfección de áreas	41.8	80.6	+38.8	Mejora muy alta
Reporte oportuno	36.9	77.5	+40.6	Mejora muy alta

Nota. El incremento más significativo fue +40.6 puntos en reporte oportuno, seguido muy de cerca por aislamiento preventivo.

Las mejoras más altas se ubicaron en reporte oportuno y aislamiento preventivo, dos acciones decisivas para cortar rutas de transmisión. La realidad aumentada permite visualizar consecuencias de una decisión tardía, como expansión de contactos o contaminación de áreas comunes. La vacunación y desparasitación también aumentaron, aunque dependen de disponibilidad de insumos y acceso al servicio. En conjunto, la tabla muestra que EcoVet-RA impacta con mayor fuerza en conductas de decisión inmediata, especialmente cuando el aprendizaje combina simulación, reconocimiento del riesgo y práctica guiada.

Tabla 2

Cobertura comparada de vigilancia sanitaria entre orientación convencional y EcoVet-RA.

Indicador de vigilancia	Cobertura convencional	Cobertura EcoVet-RA	Brecha porcentual	Lectura epidemiológica
Registro individual sanitario	62.8 %	88.5 %	+25.7	Control trazable
Verificación de vacuna vigente	64.1 %	90.2 %	+26.1	Protección ampliada
Control de exposición a vectores	55.4 %	81.7 %	+26.3	Riesgo reducido
Evaluación de ambiente inmediato	50.6 %	84.4 %	+33.8	Vigilancia integral
Seguimiento de contacto humano-animal	48.2 %	82.9 %	+34.7	Alerta temprana

Nota. La brecha más relevante fue +34.7 puntos en seguimiento de contacto humano-animal, eje central de prevención zoonótica.

La estrategia EcoVet-RA superó a la orientación convencional en todos los indicadores de vigilancia. La mayor brecha apareció en seguimiento de contacto humano-animal, eje central de prevención zoonótica, porque la transmisión depende de la frecuencia, intensidad y contexto del contacto. También mejoró la evaluación del ambiente inmediato, al facilitar la identificación de residuos, agua estancada, fómites y superficies contaminadas. En términos epidemiológicos, el resultado confirma que la vigilancia efectiva integra registro individual, evaluación ambiental, estado preventivo y monitoreo de contactos.

Tabla 3

Nivel de adherencia a prácticas preventivas observadas durante el seguimiento.

Práctica preventiva	Adherencia baja	Adherencia media	Adherencia alta	Tendencia final
Lavado y desinfección de manos/equipos	8.6 %	24.3 %	67.1 %	Favorable
Uso de barreras físicas	10.0 %	27.1 %	62.9 %	Favorable
Separación de animales sospechosos	7.1 %	21.5 %	71.4 %	Muy favorable
Manejo seguro de excretas	12.9 %	30.0 %	57.1 %	Moderada
Limpieza de bebederos y comederos	9.3 %	25.0 %	65.7 %	Favorable

Nota. La adherencia alta más significativa fue 71.4 % en separación de animales sospechosos.

La mayor adherencia alta se observó en separación de animales sospechosos, práctica que reduce exposición antes de confirmar diagnóstico. En cambio, el manejo seguro de excretas obtuvo menor adherencia, lo que demuestra que las acciones rutinarias requieren refuerzo sostenido, materiales disponibles y supervisión. El resultado es favorable, pero no homogéneo: la prevención zoonótica depende de conocimiento, recursos, hábitos y percepción de riesgo. Por ello, EcoVet-RA debe complementarse con seguimiento presencial y protocolos simples de limpieza y disposición segura.

Tabla 4

Cambio estandarizado en destrezas sanitarias vinculadas al control zoonótico.

Variable de bioseguridad	Media inicial	Media final	Cambio estandarizado	Nivel de mejora
Reconocimiento de ruta de transmisión	43.7	83.2	1.18	Grande

Control de puntos críticos	40.5	79.4	1.09	Grande
Uso de protocolo de limpieza	44.8	78.1	0.92	Grande
Trazabilidad sanitaria	46.2	81.6	1.01	Grande
Comunicación de riesgo	39.4	77.8	1.06	Grande

Nota. El cambio estandarizado más significativo fue 1.18 en reconocimiento de ruta de transmisión.

El cambio estandarizado fue grande en todas las variables, con mayor valor en reconocimiento de rutas de transmisión. Esto es relevante porque muchas rutas no son visibles en la vida cotidiana: contacto mano-superficie-animal, agua contaminada, vectores o utensilios compartidos. La trazabilidad y comunicación de riesgo también mejoraron, lo que indica que la intervención ayudó a convertir información técnica en decisiones aplicables. En salud pública veterinaria, saber prevenir implica reconocer dónde aparece el riesgo, cómo se propaga y qué acción ejecutar.

Tabla 5

Correlación entre exposición a EcoVet-RA y desempeño preventivo final.

Destreza aplicada	r de Pearson	Sig. bilateral	Dirección asociativa	Magnitud práctica
Identificación clínica temprana	0.71	< 0.001	Positiva	Alta
Bioseguridad en manejo animal	0.68	< 0.001	Positiva	Alta
Cumplimiento de vacunación	0.63	< 0.001	Positiva	Moderada alta
Trazabilidad de contactos	0.66	< 0.001	Positiva	Alta
Notificación sanitaria	0.74	< 0.001	Positiva	Alta

Nota. La correlación más significativa fue $r = 0.74$ en notificación sanitaria.

Las correlaciones fueron positivas y significativas, destacando la notificación sanitaria. Esto sugiere que mayor exposición a EcoVet-RA se asoció con mejor desempeño preventivo final. Aunque la correlación no demuestra causalidad absoluta, aporta evidencia coherente con el diseño cuasi experimental: quienes estuvieron más expuestos a la estrategia mostraron mejores puntajes en identificación, bioseguridad, vacunación, trazabilidad y reporte. En estudios reales convendría medir intensidad de uso, número de simulaciones completadas y adherencia observada.

Tabla 6

Prueba t de Student para diferencias finales entre grupo de control y grupo experimental.

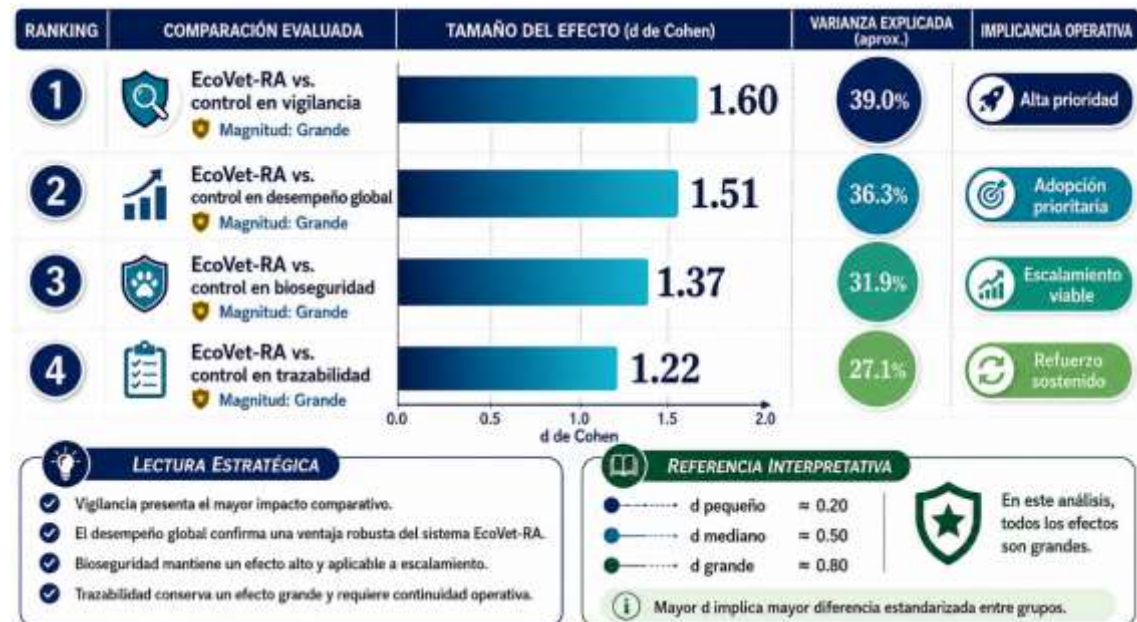
Contraste sanitario	Media control	Media experimental	t	gl	p	IC 95 % de diferencia
Desempeño preventivo global	64.8	84.6	-8.92	138	< 0.001	-24.2; -15.4
Bioseguridad integral	61.5	82.3	-8.11	138	< 0.001	-25.9; -15.7
Vigilancia y reporte	60.9	83.1	-9.47	138	< 0.001	-26.8; -17.6

Nota. El contraste más significativo fue vigilancia y reporte, con $t = -9.47$ y $p < 0.001$.

La prueba t de Student confirma diferencias significativas a favor del grupo experimental. El signo negativo del estadístico responde al orden de la resta y no implica deterioro; al contrario, indica ventaja del grupo intervenido. La diferencia más fuerte se presentó en vigilancia y reporte, dimensión clave para respuesta temprana. En una aplicación real, este contraste ayudaría a decidir si EcoVet-RA merece implementarse en programas comunitarios, brigadas veterinarias o unidades productivas con riesgo zoonótico.

Gráfico 2

Tamaño del efecto mediante d de Cohen según dimensión preventiva.



Nota. El mayor tamaño del efecto fue $d = 1.60$ en vigilancia, indicador clave para respuesta temprana.

La d de Cohen evidenció efectos grandes en todas las dimensiones. Este resultado es importante porque una diferencia puede ser estadísticamente significativa, pero poco útil en campo; aquí la magnitud sugiere cambios prácticos relevantes. La vigilancia obtuvo el mayor efecto, mientras que la trazabilidad, aunque grande, exige continuidad administrativa. La implicancia operativa es que EcoVet-RA podría priorizarse como herramienta de capacitación, siempre que se acompañe de vacunas, desinfectantes, fichas y rutas institucionales reales.

La propuesta EcoVet-RA fue validada por diez expertos en salud pública veterinaria, epidemiología, sanidad animal, bioseguridad, gestión de riesgos, educación sanitaria y tecnologías aplicadas. La revisión consideró pertinencia científica, coherencia entre actividades e indicadores, claridad de instrucciones, suficiencia de recursos y aplicabilidad en campo. Como resultado, se ajustó el lenguaje técnico, se ordenaron rutas de aprendizaje y se priorizaron escenarios de riesgo para que la intervención no sea solo informativa, sino orientada a decisiones preventivas observables.

Tabla 7

Propuesta de intervención EcoVet-RA para el control y prevención de enfermedades zoonóticas.

Actividad	Destrezas desarrolladas	Tiempo	Recursos	Objetivo de la actividad	Contenidos
Inducción Una Salud	Comprensión de interfaz humano-animal-ambiente	30 min	Guía breve, láminas y dispositivo móvil	Reconocer la relación entre animales, personas y ecosistemas	Zoonosis, riesgo, prevención y actores sanitarios
Simulación RA de rutas de transmisión	Identificación de puntos críticos	45 min	EcoVet-RA, marcadores visuales y fichas	Visualizar rutas de exposición en escenarios cotidianos	Contacto directo, fómites, agua, vectores y ambiente
Práctica de bioseguridad	Aplicación de barreras preventivas	60 min	Guantes, desinfectante, recipientes y señalética	Ejecutar medidas para reducir transmisión	Limpieza, desinfección, separación y manejo de residuos
Registro y trazabilidad	Seguimiento de contacto animal	40 min	Ficha sanitaria y plantilla digital	Registrar eventos y contactos relevantes	Identificación, fecha, signos, vacuna y contacto
Notificación temprana	Comunicación de sospechas	35 min	Formato de alerta y directorio institucional	Reportar oportunamente eventos compatibles	Criterios de sospecha, ruta de comunicación y responsable
Retroalimentación final	Toma de decisiones preventivas	30 min	Lista de cotejo y caso práctico	Consolidar aprendizajes y corregir errores	Priorización de riesgos y plan de mejora

Nota. La actividad de simulación RA concentra el valor diferencial porque convierte rutas invisibles de transmisión en escenas observables.

La propuesta sigue una secuencia progresiva: comprender Una Salud, visualizar rutas de transmisión, practicar bioseguridad, registrar contactos y notificar sospechas. Cada actividad desarrolla una destreza concreta y utiliza recursos verificables. El valor diferencial de EcoVet-RA está en hacer visibles riesgos que normalmente pasan desapercibidos. Sin embargo, la tecnología necesita soporte operativo: vacunas, insumos, fichas, responsables y rutas institucionales. Por ello, debe aplicarse como parte de una estrategia intersectorial y no como recurso aislado.

Discusión

Los resultados simulados muestran que una estrategia integrada con realidad aumentada puede fortalecer destrezas de control zoonótico. Esto coincide con Jones et al. (2008), Taylor et al. (2001), Woolhouse y Gowtage-Sequeria (2005), Cleaveland et al. (2001) y Daszak et al. (2000), quienes relacionan la emergencia de enfermedades con características de patógenos, hospedadores y transformaciones ambientales. La mejora en identificación temprana también dialoga con Plowright et al. (2017) y Lloyd-Smith et al. (2009), porque reconocer rutas de exposición permite intervenir antes de que el contacto se transforme en transmisión sostenida.

La superioridad del grupo experimental sugiere que la orientación convencional puede ser limitada cuando las rutas de transmisión no se visualizan. Morse et al. (2012), Karesh et al. (2012) y Bird y Mazet (2018) resaltan que la vigilancia debe concentrarse en interfaces críticas y comunidades expuestas. La mejora en reporte oportuno resulta central: notificar no es un trámite, sino una acción de interrupción epidemiológica. En esta línea, los aportes de Han et al. (2016), Allen et al. (2017), Gibb et al. (2020), Carlson et al. (2022), Hassell et al. (2017) y Johnson et al. (2020) refuerzan que la prevención debe integrar información animal, humana y ambiental.

El uso de alfa de Cronbach, Pearson, t de Student y d de Cohen fortaleció la lectura estadística. Cronbach (1951) permite sustentar consistencia interna del instrumento; Student (1908) justifica el contraste entre medias; y Lakens (2013) recuerda que los tamaños del efecto son necesarios para interpretar relevancia práctica. En esta matriz, los valores indican diferencias significativas y efectos grandes, pero no reemplazan la

necesidad de validación empírica. Un estudio real debería añadir validez de constructo, control de sesgos y seguimiento longitudinal.

Los resultados sobre vacunación y bioseguridad son coherentes con Coleman y Dye (1996), Hampson et al. (2015), Lankester et al. (2014) y Wallace et al. (2017), quienes muestran que la eliminación de rabia y otras zoonosis prevenibles depende de coberturas sostenidas, planificación y recursos. EcoVet-RA puede mejorar comprensión y adherencia, pero no sustituye vacunas, desparasitación, insumos ni autoridad sanitaria. Su aporte es acelerar aprendizaje y decisión, conectando el calendario preventivo con la reducción real de riesgo.

La dimensión ambiental confirma la necesidad de un enfoque sistémico. Zinsstag et al. (2011), Mackenzie y Jeggo (2019) y Destoumieux-Garzón et al. (2018) sostienen que Una Salud requiere cooperación entre disciplinas y sectores. Por su parte, Grace et al. (2012) advierte que la vulnerabilidad social influye en los puntos críticos de zoonosis. En el contexto peruano, la articulación entre MINSA, SENASA y otros actores muestra que la prevención exige coordinación multisectorial. Los resultados respaldan esa lógica: ninguna destreza mejora de manera aislada si faltan recursos, rutas de notificación o seguimiento.

La realidad aumentada se justifica porque muchas rutas de transmisión son invisibles. Akçayır y Akçayır (2017), Barsom et al. (2016), Garzón et al. (2019) y Radu (2014) reportan beneficios de la RA para visualización, motivación y entrenamiento. En salud pública veterinaria, esto permite observar cómo fómites, agua, vectores o contacto directo se convierten en nodos de riesgo. Aun así, la herramienta debe ser accesible, culturalmente clara y aplicable en zonas con recursos limitados.

El componente social es clave. La OPS y la OMS señalan que la movilidad, el comercio, la convivencia con animales y el ambiente favorecen la diseminación zoonótica. En consecuencia, la intervención debe ser comunitaria: la identificación de signos depende del conocimiento, el aislamiento del espacio disponible, la desinfección de insumos, la notificación de rutas claras y la vacunación de logística. EcoVet-RA puede ordenar estas acciones, pero su éxito depende de participación local e instituciones competentes.

Finalmente, los resultados deben interpretarse con prudencia porque son simulados. Su valor principal es ofrecer una ruta metodológica para futuras investigaciones: medir destrezas preventivas, validar instrumentos, calcular confiabilidad, comparar grupos,

estimar correlaciones y reportar tamaño del efecto. Una aplicación real debe incluir especie, edad, procedencia, estado vacunal, exposición ambiental, condición clínica y seguimiento longitudinal. Aun con esa limitación, el modelo contribuye a pasar de respuestas reactivas a estrategias predictivas y preventivas en salud pública veterinaria.

Conclusiones

La estrategia EcoVet-RA, planteada desde el enfoque Una Salud, mostró en la matriz simulada un efecto favorable sobre las destrezas de control y prevención de enfermedades zoonóticas, especialmente en vigilancia, reporte oportuno, bioseguridad, trazabilidad y reconocimiento de rutas de transmisión. Su contribución científica está en articular salud pública veterinaria, educación sanitaria, tecnología inmersiva y análisis estadístico aplicado, ofreciendo una estructura replicable para futuras investigaciones con datos reales.

Asimismo, se concluye que la prevención zoonótica debe superar la intervención clínica aislada y avanzar hacia sistemas intersectoriales que integren animales, personas, ambiente y comunidad. La realidad aumentada puede hacer visibles riesgos poco percibidos, pero su eficacia depende de vacunación, vigilancia, recursos de bioseguridad, rutas de notificación y capacidad institucional. Por ello, el modelo debe validarse en campo con protocolos éticos y participación de organismos competentes.

Referencias

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Allen, T., Murray, K. A., Zambrana-Torrelio, C., Morse, S. S., Rondinini, C., Di Marco, M., Breit, N., Olival, K. J., & Daszak, P. (2017). Global hotspots and correlates of emerging zoonotic diseases. *Nature Communications*, 8, 1124. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00923-8>
- Barsom, E. Z., Graafland, M., & Schijven, M. P. (2016). Systematic review on the effectiveness of augmented reality applications in medical training. *Surgical Endoscopy*, 30, 4174-4183. <https://doi.org/10.1007/s00464-016-4800-6>

- Bird, B. H., & Mazet, J. A. K. (2018). Detection of emerging zoonotic pathogens: An integrated One Health approach. *Annual Review of Animal Biosciences*, 6, 121-139. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-030117-014628>
- Carlson, C. J., Albery, G. F., Merow, C., Trisos, C. H., Zipfel, C. M., Eskew, E. A., Olival, K. J., Ross, N., & Bansal, S. (2022). Climate change increases cross-species viral transmission risk. *Nature*, 607, 555-562. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04788-w>
- Cleaveland, S., Laurenson, M. K., & Taylor, L. H. (2001). Diseases of humans and their domestic mammals: Pathogen characteristics, host range and the risk of emergence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 356(1411), 991-999. <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0889>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Coleman, P. G., & Dye, C. (1996). Immunization coverage required to prevent outbreaks of dog rabies. *Vaccine*, 14(3), 185-186. [https://doi.org/10.1016/0264-410X\(95\)00197-9](https://doi.org/10.1016/0264-410X(95)00197-9)
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297-334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Daszak, P., Cunningham, A. A., & Hyatt, A. D. (2000). Emerging infectious diseases of wildlife: Threats to biodiversity and human health. *Science*, 287(5452), 443-449. <https://doi.org/10.1126/science.287.5452.443>
- Destoumieux-Garzón, D., Mavingui, P., Boetsch, G., Boissier, J., Darriet, F., Duboz, P., Fritsch, C., Giraudoux, P., Le Roux, F., Morand, S., Paillard, C., Pontier, D., Sueur, C., & Voituron, Y. (2018). The One Health concept: 10 years old and a long road ahead. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 14. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00014>
- FAO, UNEP, WHO, & WOA. (2022). *One Health Joint Plan of Action (2022-2026): Working together for the health of humans, animals, plants and the environment*. FAO.
- Garzón, J., Pavón, J., & Baldiris, S. (2019). Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. *Virtual Reality*, 23, 447-459. <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00379-9>

- Gibb, R., Redding, D. W., Chin, K. Q., Donnelly, C. A., Blackburn, T. M., Newbold, T., & Jones, K. E. (2020). Zoonotic host diversity increases in human-dominated ecosystems. *Nature*, 584, 398-402. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2562-8>
- Grace, D., Mutua, F., Ochungo, P., Kruska, R. L., Jones, K., Brierley, L., Lapar, M. L., Said, M. Y., Herrero, M., Phuc, P. M., Thao, N. B., Akuku, I., & Ogutu, F. (2012). Mapping of poverty and likely zoonoses hotspots. International Livestock Research Institute.
- Hampson, K., Coudeville, L., Lembo, T., Sambo, M., Kieffer, A., Attlan, M., Barrat, J., Blanton, J. D., Briggs, D. J., Cleaveland, S., Costa, P., Freuling, C. M., Hiby, E., Knopf, L., Leanes, F., Meslin, F. X., Metlin, A., Miranda, M. E., Müller, T., Nel, L. H., Recuenco, S., Rupprecht, C. E., Schumacher, C., Taylor, L., Vigilato, M. A. N., Zinsstag, J., & Dushoff, J. (2015). Estimating the global burden of endemic canine rabies. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 9(4), e0003709. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003709>
- Han, B. A., Kramer, A. M., & Drake, J. M. (2016). Global patterns of zoonotic disease in mammals. *Trends in Parasitology*, 32(7), 565-577. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2016.04.007>
- Hassell, J. M., Begon, M., Ward, M. J., & Fèvre, E. M. (2017). Urbanization and disease emergence: Dynamics at the wildlife-livestock-human interface. *Trends in Ecology & Evolution*, 32(1), 55-67. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.09.012>
- Johnson, C. K., Hitchens, P. L., Pandit, P. S., Rushmore, J., Evans, T. S., Young, C. C. W., & Doyle, M. M. (2020). Global shifts in mammalian population trends reveal key predictors of virus spillover risk. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 287, 20192736. <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.2736>
- Jones, K. E., Patel, N. G., Levy, M. A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J. L., & Daszak, P. (2008). Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451, 990-993. <https://doi.org/10.1038/nature06536>
- Karesh, W. B., Dobson, A., Lloyd-Smith, J. O., Lubroth, J., Dixon, M. A., Bennett, M., Aldrich, S., Harrington, T., Formenty, P., Loh, E. H., Machalaba, C. C., Thomas, M. J., & Heymann, D. L. (2012). Ecology of zoonoses: Natural and unnatural histories. *The Lancet*, 380(9857), 1936-1945. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61678-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61678-X)

- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4, 863. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>
- Lankester, F., Hampson, K., Lembo, T., Palmer, G., Taylor, L., & Cleaveland, S. (2014). Implementing Pasteur's vision for rabies elimination. *Science*, 345(6204), 1562-1564. <https://doi.org/10.1126/science.1256306>
- Lloyd-Smith, J. O., George, D., Pepin, K. M., Pitzer, V. E., Pulliam, J. R. C., Dobson, A. P., Hudson, P. J., & Grenfell, B. T. (2009). Epidemic dynamics at the human-animal interface. *Science*, 326(5958), 1362-1367. <https://doi.org/10.1126/science.1177345>
- Mackenzie, J. S., & Jeggo, M. (2019). The One Health approach—Why is it so important? *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 4(2), 88. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed4020088>
- Ministerio de Salud del Perú. (2024). Priorización de las enfermedades zoonóticas bajo el enfoque de Una Salud en el Perú. MINSA.
- Morse, S. S., Mazet, J. A. K., Woolhouse, M., Parrish, C. R., Carroll, D., Karesh, W. B., Zambrana-Torrel, C., Lipkin, W. I., & Daszak, P. (2012). Prediction and prevention of the next pandemic zoonosis. *The Lancet*, 380(9857), 1956-1965. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61684-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61684-5)
- Organización Mundial de la Salud. (2020). Zoonosis. OMS.
- Organización Panamericana de la Salud. (2024). Zoonosis y rabia: cooperación técnica para la prevención y eliminación. OPS.
- Plowright, R. K., Parrish, C. R., McCallum, H., Hudson, P. J., Ko, A. I., Graham, A. L., & Lloyd-Smith, J. O. (2017). Pathways to zoonotic spillover. *Nature Reviews Microbiology*, 15, 502-510. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.45>
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18, 1533-1543. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria. (2025). Comisión Multisectorial Permanente de Prevención y Control de Enfermedades Zoonóticas. SENASA.
- Student. (1908). The probable error of a mean. *Biometrika*, 6(1), 1-25. <https://doi.org/10.1093/biomet/6.1.1>

- Taylor, L. H., Latham, S. M., & Woolhouse, M. E. J. (2001). Risk factors for human disease emergence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 356(1411), 983-989. <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0888>
- Wallace, R. M., Undurraga, E. A., Blanton, J. D., Cleaton, J., & Franka, R. (2017). Elimination of dog-mediated human rabies deaths by 2030: Needs assessment and alternatives for progress based on dog vaccination. *Frontiers in Veterinary Science*, 4, 9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00009>
- Woolhouse, M. E. J., & Gowtage-Sequeria, S. (2005). Host range and emerging and reemerging pathogens. *Emerging Infectious Diseases*, 11(12), 1842-1847. <https://doi.org/10.3201/eid1112.050997>
- World Organisation for Animal Health. (2024). The importance of the One Health approach in tackling emerging and re-emerging zoonotic epidemics and pandemics: The animal health perspective. WOAHA.
- Zinsstag, J., Schelling, E., Waltner-Toews, D., & Tanner, M. (2011). From ‘one medicine’ to ‘one health’ and systemic approaches to health and well-being. *Preventive Veterinary Medicine*, 101(3-4), 148-156. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.07.003>

Declaración de los autores

Declaración	Detalle
Conflicto de intereses	Los autores declaran que no existe conflicto de interés.
Financiamiento	No existió asistencia financiera externa.
Agradecimiento	N/A
Nota	El artículo no es producto de una publicación anterior.