



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

ESTRATEGIAS Y METODOLOGÍAS
INNOVADORAS PARA EL CONTROL Y
VIGILANCIA DE LA ENFERMEDAD DE
CHAGAS EN EL PERÚ

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
DOCTORA EN INVESTIGACIÓN
EPIDEMIOLOGICA

CLAUDIA REBECA AREVALO NIETO

LIMA – PERÚ

2025

ASESOR

PhD. MICHAEL ZACHARY LEVY

JURADO DE TESIS

DRA. ANITA VILLACIS SALAZAR

PRESIDENTA

DRA. ANA LAURA CARBAJAL DE LA FUENTE

VOCAL

DRA. CUSI FERRADAS CARRILLO

SECRETARIA

DEDICATORIA

A mi madre porque ella es la escultora de esta obra.

A mi padre, por enseñarme a sonreír ante la adversidad.

A mis hijos, por ser la inspiración de este trabajo y de mis días.

A mi tía Mari por la eterna conexión y magia en mi vida.

AGRADECIMIENTOS.

A mi madre, no me alcanzan las palabras ni los hechos para agradecerte todo lo
que me has dado.

A mi hermana, por siempre ser mi compañera y saber lo que pienso a cada
momento, solo tú me conoces más que yo.

A mi tía Maritza, por abrirme las alas a la libertad y a la mujer que soy ahora.

A mis hijos, por madurar conmigo y hacerme entender que yo siempre fui
suficiente para ustedes, gracias por haberme elegido como madre, tal vez
aprendimos los tres en este camino.

A Mike mi amigo y mentor gracias por ayudarme a hacer realidad mis sueños.

A Ricardo por su amistad y apoyo durante mi carrera.

A Valerie por abrirnos el camino a muchas como yo.

A mis amigas Micaela y Lizzie, que siempre estuvieron para poner una palabra de
aliento, pero sobre todo para empatizar en un camino tan arduo, nada como la
amistad para sortear obstáculos.

A los pobladores y trabajadores del CPR Aullan, que me dejaron entrar a sus
hogares, me dieron su amistad y su apoyo.

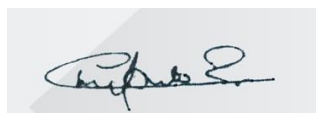
A las autoridades de Cutervo, que no dudaron en brindarme su ayuda para lograr
mis objetivos, pero especialmente a Nancy Cadenillas, Carlos Ecurra y Henry
Llanos.

A todos los compañeros del LIEZ, que participaron y aprendieron conmigo
durante más de 10 años de trabajo.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

NIH FUNDING R01 5R01AI146129-02

DECLARACIÓN DE AUTOR			
FECHA	16	ABRIL	2025
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO	AREVALO NIETO CLAUDIA REBECA		
PROGRAMA DE POSGRADO	DOCTORADO EN INVESTIGACIÓN EPIDEMIOLOGICA		
AÑO DE INICIO DE LOS ESTUDIOS	2020		
TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO	ESTRATEGIAS Y METODOLOGÍAS INNOVADORAS PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS EN EL PERU		
MODALIDAD	Tesis		
Declaración del Autor El presente Trabajo de Grado es original y no es el resultado de un trabajo en colaboración con otros, excepto cuando así está citado explícitamente en el texto. No ha sido ni enviado ni sometido a evaluación para la obtención de otro grado o diploma que no sea el presente.			
Teléfono de contacto (fijo / móvil)	935421247		
E-mail	arenica2@gmail.com		



Mg. Claudia Rebeca Arevalo Nieto

DNI 29721628

Tabla de Contenidos

Resumen

Abstract

1	INTRODUCCIÓN	1
2	HIPÓTESIS GENERAL	7
3	INVESTIGACIÓN 1: USO DE INCENTIVOS Y SU ASOCIACIÓN CON EL USO ÓPTIMO DE MAPAS DE RIESGO, EN LA VIGILANCIA VECTORIAL DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA.	8
3.1	JUSTIFICACIÓN	8
3.2	PREGUNTA DE INVESTIGACION PRINCIPAL	12
3.3	HIPOTESIS PRINCIPAL	12
3.4	HIPOTESIS SECUNDARIAS	12
3.5	METODOLOGIA	12
3.5.1	<i>Diseño</i>	<i>12</i>
3.5.2	<i>Diseño muestral.....</i>	<i>21</i>
3.5.3	<i>Muestreo.....</i>	<i>23</i>
3.5.4	<i>Procedimientos del estudio.....</i>	<i>24</i>
3.5.5	<i>Variables de estudio</i>	<i>25</i>
3.5.6	<i>Procesamiento y análisis estadístico.....</i>	<i>26</i>
3.5.7	<i>Potencia estadística.....</i>	<i>27</i>
3.6	RESULTADOS.....	30
3.6.1	<i>Resultados descriptivos</i>	<i>30</i>
3.6.2	<i>Resultados bivariados</i>	<i>31</i>
3.6.3	<i>Resultados Regresión Logística de Odds Proporcionales.....</i>	<i>33</i>
3.6.4	<i>Incentivos</i>	<i>33</i>
3.7	DISCUSIÓN	35
3.8	CONCLUSIONES	41
4	INVESTIGACIÓN 2: TRIATOMINOS EN EL NORTE DEL PERÚ, NIVELES DE INGRESO ECONÓMICO Y OTROS FACTORES ASOCIADOS EN ÁREAS URBANAS Y RURALES.....	42
4.1	JUSTIFICACIÓN	42
4.2	PREGUNTA DE INVESTIGACION PRINCIPAL	45
4.3	HIPOTESIS PRINCIPAL	45
4.4	HIPOTESIS SECUNDARIAS	46
4.5	METODOLOGIA	46
4.5.1	<i>Diseño</i>	<i>46</i>
4.5.2	<i>Diseño muestral.....</i>	<i>46</i>
4.5.3	<i>Muestra y Muestreo.....</i>	<i>48</i>
4.5.4	<i>Procedimientos del estudio.....</i>	<i>51</i>
4.5.5	<i>Variables del estudio.....</i>	<i>55</i>
4.5.6	<i>Procesamiento y análisis estadístico.....</i>	<i>61</i>
4.5.7	<i>Cálculo de muestra.....</i>	<i>63</i>
4.6	RESULTADOS.....	67
4.6.1	<i>Características de la población estudiada zona Urbana (HIPÓTESIS PRINCIPAL)</i> <i>67</i>	
4.6.2	<i>Características de las viviendas inspeccionadas en el Centro Poblado Rural</i> <i>Aullan, Cutervo-Cajamarca (HIPÓTESIS SECUNDARIA)</i>	<i>68</i>
4.6.3	<i>Estructura de la población de T. carrioni según tipo de ambiente infestado (intra y</i> <i>peri-doméstico).....</i>	<i>69</i>
4.6.4	<i>Análisis bivariado entre la infestación con T. carrioni y sus factores asociados a</i> <i>nivel de vivienda.</i>	<i>70</i>
4.6.5	<i>Análisis de regresión logística bivariado, multivariado y modelo parsimonioso</i> <i>para la presencia de T. carrioni a nivel de vivienda</i>	<i>71</i>

4.6.6	<i>Análisis univariado, multivariado y modelo parsimonioso para el número de individuos de T. carrioni a nivel de vivienda.....</i>	73
4.6.7	<i>Análisis espacial de la distribución de Triatoma carrioni en el Centro Poblado Rural Aullan, Cutervo- Cajamarca.</i>	76
4.7	DISCUSIÓN	77
4.8	CONCLUSIONES	90
5	ASPECTOS ÉTICOS.....	92
5.1	ASPECTOS ÉTICOS ESTUDIO I	92
5.2	ASPECTOS ÉTICOS ESTUDIO II.....	92
6	LIMITACIONES.....	94
6.1	LIMITACIONES ESTUDIO I	94
6.2	LIMITACIONES ESTUDIO II	94
7	RECOMENDACIONES GENERALES.....	96
7.1	RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO I.....	96
7.2	RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO II	96
8	REFERENCIAS.....	98
9	ANEXOS	110

RESUMEN

La enfermedad de Chagas aún presenta desafíos importantes en contextos urbanos y rurales. En nuestro estudio hipotetizamos que el uso de estrategias y metodologías innovadoras pueden mejorar la vigilancia y control vectorial de la enfermedad en dos regiones del Perú. En el **primer estudio** en la ciudad de Arequipa, la pregunta de investigación principal fue si existiría asociación entre dos esquemas de incentivos y el “uso óptimo de mapas de riesgo” por los especialistas de control vectorial, expresado en dos componentes: i) el uso de información de riesgo, expresado en la inspección preferencial de viviendas de alto riesgo; y ii) cobertura espacial, usando la métrica de viviendas no inspeccionadas en el triángulo más grande al final de una semana de trabajo. Los esquemas de incentivo fueron denominados Póker y Pago por Detección, nombres que expresaron la estructura de los objetivos que perseguían. El incentivo Póker estableció niveles excluyentes que perseguían los dos componentes de la variable “uso óptimo de mapas de riesgo” y ofrecía puntajes desde 1 a 500 puntos, según el alcance del objetivo. El incentivo Pago por detección premiaba un único objetivo que era el encuentro de infestaciones por las cuales ofrecía 500 puntos. Se utilizó una regresión de “odds” proporcionales para el “uso de información de riesgo” (POLR por sus siglas en inglés) y un t-test pareado, para la evaluación de la cobertura espacial, respetando la naturaleza de ambos “outcomes”. Encontramos una asociación positiva entre el incentivo Póker y el “uso óptimo de mapas de riesgo”, expresado en la inspección preferencial de viviendas de alto riesgo (POLR, OR=2.11, 95% CI [1.52–2.93], $p < 0.001$) y diferencias significativas en la medida de cobertura espacial (t-test pareado $p < 0.05$), en comparación con el incentivo Pago por detección.

En el **segundo estudio**, llevado a cabo en el Norte del Perú, en la ciudad de Cutervo-Cajamarca, pusimos a prueba dos hipótesis, una principal para la zona urbana en del distrito urbano de Cutervo y una secundaria para la zona rural, en el Centro Poblado Rural (CPR) Aullan. La hipótesis principal fue que los índices de infestación serían diferentes en el nivel de ingreso económico bajo en comparación con el nivel de ingreso económico alto, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Para evaluar esta hipótesis, usamos un método innovador de muestreo denominado “adaptativo”. Este se caracteriza por mejorar la eficacia del muestreo en zonas de baja prevalencia del desenlace de interés. Aquí, ante la alta probabilidad de no encontrar infestaciones, se puso una condición de stop a las 200 visitas. Sin embargo, debido a que la mayoría de las viviendas estuvieron cerradas, se decidió visitar todas las manzanas, es así que se visitaron 304 viviendas en 306 las manzanas, no se encontraron infestaciones, lo cual, si bien no nos permite afirmar que no existen infestaciones en la ciudad, sí nos permitió descartar grandes tasas de infestación en la zona urbana de Cutervo. Para hacer una aproximación del índice de infestación encontrado con estas visitas, ejecutamos un cálculo de intervalo de confianza binomial para cero encuentros de infestación o éxitos de un de 304 intentos o visitas. El límite superior de ese intervalo (1.84%), fue el índice de infestación, que con una confianza del 95%, estuvimos seguros de haber detectado. La hipótesis secundaria para el área rural, si los factores como la presencia y el tipo de animales, la presencia de cultivos en el peri-domicilio (platanales), los materiales presentes en la vivienda, la pertenencia a algún programa social, el número de personas que viven en la vivienda y el índice de hacinamiento, estarían asociados a la presencia de triatominos y al número de

triatominos en la vivienda. Para esta investigación, se usaron aplicativos móviles y geolocalización para integrar la información en tiempo real, en áreas de difícil acceso. Para el análisis de los resultados, tuvimos dos “outcomes”, presencia de *T. carrioni*, y número de individuos de *T. carrioni*. Además, se calculó el índice de infestación y el índice tripano-triatomino. Se realizó una regresión logística, y una regresión binomial negativa, respectivamente para cada “outcome”, y un análisis espacial usando la función K de Ripley. Aquí encontramos que la especie presente fue *Triatoma carrioni*, y el índice de infestación fue de 26%. Adicionalmente, 6.2% viviendas presentaron algún insecto infectado con *Trypanosoma cruzi*. Se encontró que los factores asociados con la presencia y el número de *T. carrioni*, fueron la presencia de aves de corral [OR 3.19, CI 95% (1.38-8.04) p=0.017], esto podría deberse a las estructuras usadas como nidos, las cuales se construyen usando las paredes de los dormitorios como base, y no se mueven, ni se limpian, debido al rol que cumplen en la crianza de las aves y la producción de alimento. Así también, encontramos asociación entre la presencia de materiales como la madera [OR 2.94, CI 95% (1.19-8.17), p=0.026] y las tejas [OR 3.04, CI 95% (1.07-8.73), p=0.035] con la presencia de triatominos y con su aumento en número, esto probablemente causado por el uso destinado a estos materiales y por las características físicas de los mismos para conservar calor, que favorece el refugio y el mantenimiento de las colonias de triatominos. *Triatoma carrioni* es poco conocida, por lo que nuestro estudio marca un hito importante para dilucidar comportamiento y dinámicas de dicho vector, relacionados con el tipo de hospedero y con ciertas características de los materiales de las viviendas de este centro poblado.

En ambas investigaciones hemos probado que con el uso de estrategias innovadoras (uso de aplicativos móviles con georreferenciación, mapas de riesgo a nivel de viviendas, medidas innovadoras de cobertura espacial, y muestreos adaptativos), podemos llegar a promover el uso óptimo de mapas de riesgo, así como mejorar la detección de infestaciones, usando los recursos adecuadamente y registrar en tiempo real la información de factores asociados a los mismos, lo cual mejora definitivamente la vigilancia y el control vectorial de la enfermedad de Chagas en el Perú.

PALABRAS CLAVES

Incentivos, aplicativos, Enfermedad de Chagas, vigilancia vectorial, índice de infestación, métodos innovadores, factores asociados.

ABSTRACT

Chagas disease still presents significant challenges in urban and rural settings. In our study, we hypothesized that the use of innovative strategies and methodologies can improve vector surveillance and control of the disease in two regions of Peru. In the first study, in the city of Arequipa, the main research question was whether there would be an association between two incentive schemes and the “optimal use of risk maps” by vector control specialists, expressed in two components: i) the use of risk information, expressed in the preferential inspection of high-risk homes; and ii) spatial coverage, using the metric of uninspected homes in the largest triangle at the end of a work week. The incentive schemes were called Poker and Payment per Detection, names that reflected the structure of the objectives they pursued. The Poker incentive established mutually exclusive levels that pursued the two components of the “optimal use of risk maps” variable and offered scores ranging from 1 to 500 points, depending on the achievement of the objective. The Pay-for-Detection incentive rewarded a single objective: finding infestations, for which it offered 500 points. Proportional odds regression was used for the use of risk information (POLR) and a paired t-test to assess spatial coverage, respecting the nature of both outcomes. We found a positive association between the Poker incentive and optimal use of risk maps, expressed in preferential inspection of high-risk homes (POLR, OR=2.11, 95% CI [1.52–2.93], $p < 0.001$), and significant differences in the measure of spatial coverage (paired t-test $p < 0.05$), compared to the Pay-for-Detection incentive. In the second study, carried out in northern Peru, in the city of Cutervo-Cajamarca, we tested two hypotheses: a primary hypothesis for the urban area in the Cutervo urban district and a secondary hypothesis for the

rural area in the Aullan Rural Population Center (CPR). The primary hypothesis was that infestation rates would be different in the low-income group compared to the high-income group, according to the National Institute of Statistics and Informatics (INEI). To evaluate this hypothesis, we used an innovative sampling method called "adaptive sampling." This method improves sampling efficiency in areas with a low prevalence of the outcome of interest. Here, given the high probability of not finding infestations, a stop condition was set at 200 visits. However, because most homes were closed, it was decided to visit all blocks. Thus, 304 homes in 306 blocks were visited. No infestations were found. This, while not allowing us to state that infestations do not exist in the city, did allow us to rule out high rates of infestation in the urban area of Cutervo. To approximate the infestation rate found with these visits, we performed a binomial confidence interval calculation for zero infestation encounters or successes out of 304 attempts or visits. The upper limit of that interval (1.84%) was the infestation rate that we were confident we had detected with 95% confidence. The secondary hypothesis for the rural area was whether factors such as the presence and type of animals, the presence of crops in the peri-house (banana plantations), the materials present in the dwelling, membership in a social program, the number of people living in the dwelling, and the overcrowding index would be associated with the presence of triatomines and the number of triatomines in the dwelling. For this research, mobile applications and geolocation were used to integrate real-time information in hard-to-reach areas. For the analysis of the results, we had two outcomes: the presence of *T. carrioni* and the number of *T. carrioni* individuals. In addition, the infestation index and the trypan-triatomine index were calculated. Logistic regression and

negative binomial regression were performed for each outcome, respectively, and a spatial analysis was performed using Ripley's K function. Here, we found that the species present was *Triatoma carrioni*, and the infestation index was 26%. Additionally, 6.2% of homes had some insect infected with *Trypanosoma cruzi*. It was found that the factors associated with the presence and number of *T. carrioni* were the presence of poultry [OR 3.19, 95% CI (1.38-8.04) p=0.017], this could be due to the structures used as nests, which are built using the walls of the bedrooms as a base, and are not moved or cleaned, due to the role they play in raising birds and producing food. Likewise, we found an association between the presence of materials such as wood [OR 2.94, 95% CI (1.19-8.17), p=0.026] and roof tiles [OR 3.04, 95% CI (1.07-8.73), p=0.035] with the presence of triatomines and their increase in number, this probably caused by the use intended for these materials and by their physical characteristics to conserve heat, which favors the shelter and maintenance of triatomine colonies. *Triatoma carrioni* is little known, so our study marks an important milestone to elucidate behavior and dynamics of this vector, related to the type of host and with certain characteristics of the materials of the houses of this population center. In both investigations we have proven that with the use of innovative strategies (use of mobile applications with georeferencing, risk maps at the household level, innovative spatial coverage measures, and adaptive sampling), we can promote the optimal use of risk maps, as well as improve the detection of infestations, using resources appropriately and recording in real time the information of factors associated with them, which definitively improves surveillance and vector control of Chagas disease in Peru.

KEY WORDS

Incentives, applications, Chagas disease, vector surveillance, infestation index, innovative methods, associated factors.

1 INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Chagas, causada por el parásito *Trypanosoma cruzi*, es una de las enfermedades olvidadas o “neglected diseases”, que aún es un problema de salud pública a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud, aproximadamente seis millones de personas, en las zonas endémicas de Latinoamérica y Norteamérica, viven con el parásito *T. cruzi* (1), y en los últimos años, el área geográfica en riesgo de enfermedad se ha incrementado a territorios no endémicos, debido principalmente a factores relacionados al movimiento humano (2,3).

Desde 1991, el control de la enfermedad de Chagas en Latinoamérica, estuvo apoyado en los esfuerzos realizados por cuatro estrategias regionales (INCOSUR 1991, CENTRAL AMERICA AND MEXICO 1997, IPA 1997 y AMCHA 2004). En todas estas iniciativas, dos objetivos primordiales fueron promovidos: la eliminación de vectores triatominos (*T. infestans*, *R. prolixus*, *T. dimidiata*, etc.), y la interrupción de la transmisión de *Trypanosoma cruzi*, por transfusión de sangre (4). Si bien estas iniciativas marcaron un éxito relativo (5), y en el caso de países como Uruguay y Chile, se certificó la eliminación de la transmisión vectorial (4–6). Nuestro país, no se integró a dichas estrategias hasta muchos años después, lo que retrasó el control de la enfermedad y el vector. Y aún al día de hoy existen zonas geográficas en nuestro país donde hay vacíos de información que llenar y acciones de control que llevar a cabo.

Sin embargo, del éxito relativo de estas estrategias regionales, se ha concluido que para mantener la interrupción de la transmisión vectorial, es necesario promover primero un sistema de respuesta sólido a notificaciones o reportes de la población, manteniendo la voluntad comunitaria de detección (**vigilancia pasiva**), y segundo se deben mantener constantes las intervenciones del sistema de salud, a través de acciones de los especialistas de control vectorial (**vigilancia activa**) (6). Estas dos estrategias combinadas mantendrán el sistema de vigilancia con una buena sensibilidad y especificidad, y sobrellevarán factores como la pérdida de memoria histórica (7), la disminución en la percepción de riesgo, el recambio generacional y la resistencia a los insecticidas (6–9).

En el Perú, la presencia de la enfermedad de Chagas se ha registrado principalmente en el sur del país. Durante los últimos 20 años, el control y vigilancia del único vector presente en esta zona geográfica, *T. infestans*, se desarrolló dentro de la cooperación internacional, universidades y el Ministerio de Salud (10). Esto estuvo motivado principalmente porque hasta hace quince años, en algunos sectores de la ciudad de Arequipa, los índices de infestación superaban el 50%, y el índice tripano-triatomino excedía el 20% (11–14).

Sin embargo, las acciones de control y vigilancia, que se han llevado a cabo desde hace más de 20 años en la ciudad de Arequipa, han tenido características que han generado problemas y que podrían desestabilizar los logros obtenidos. Estas dos características principales son: i) comunicación de tipo jerárquica

hacia el personal, como en el ejército; ii) esfuerzos dirigidos a cumplir metas porcentuales, sin incluir el riesgo de infestación por vivienda o por localidad, ni sentido de cobertura espacial; lo cual, debido a la naturaleza del vector, ha determinado limitaciones importantes en el sistema de vigilancia (15,16). Además, hasta el año 2017, los métodos o estrategias de recolección de datos en el sistema de control y vigilancia se basaron en el uso de mapas o croquis de papel, ingreso manual de registros, y búsquedas basadas en la experiencia del especialista. Pero con el paso de los años, se han presentado nuevos desafíos, como la disminución de los índices de infestación por debajo del 1% (16), la escasez de recursos humanos y logísticos, y la dificultad de conocer y/o identificar con exactitud focos de infestación (1,17,18).

Es por estas razones que la adaptación del sistema de vigilancia con métodos innovadores es primordial. Para esto, se han diseñado dos estrategias principales: i) el uso de aplicativos móviles integrando mapas de riesgo creados a través del uso de modelos matemáticos, y nuevas medidas de cobertura; y ii) el uso de estrategias dirigidas al cambio de comportamiento en el personal especialista, usando incentivos monetarios y no monetarios, así como gamificación.

Desde el mes de diciembre de 2017, hasta el mes de mayo 2019, se llevó a cabo el estudio madre denominado ***‘Investigating Human Search Strategies for Triatomine Bugs in Arequipa, Perú’***, el cual tuvo como objetivo principal observar cómo los especialistas de control vectorial del Ministerio de Salud, llevaban a cabo sus búsquedas ofreciéndoles información relevante (i.e., previas

infestaciones y rociados) y algunos tipo de incentivos (para incrementar la heterogeneidad espacial en las búsquedas), y observar si estas búsquedas podrían cambiar y hacerse más específicas y sensibles. En este contexto, la investigación I, de la presente tesis, se desarrolló como un análisis de datos secundarios, donde se evaluó la asociación de dos esquemas de incentivos sobre el uso óptimo de mapas de riesgo, expresado en la inspección preferencial de viviendas de alto riesgo, y una mejor cobertura espacial, en especialistas de control vectorial durante su trabajo de vigilancia activa del experimento denominado Miraflores.

Nuestra investigación II fue realizada en la región Nor Oriental del Marañón, otra zona conocida en nuestro país por la presencia de vectores triatominos y de la enfermedad de Chagas. Sin embargo, en esta zona se ha descuidado la investigación y la intervención por el Ministerio de Salud, lo que ha llevado a vacíos de información acerca de la distribución y control de vectores triatominos, así como de la presencia de *T. cruzi*.

La investigación II, se centró en específico en la provincia de Cutervo-Cajamarca; la cual está ubicada en un contexto geográfico, social y cultural diferente al de la ciudad de Arequipa, y donde podrían existir áreas urbanas y rurales en riesgo. La información más reciente que data del 2012 (19) registró prevalencias altas de enfermedad de Chagas en adultos (15%), así como índices de infestación domiciliaria de más de 40% (19), en zonas de alta transmisión, pero que no necesariamente son representativas de toda la provincia de Cutervo. Históricamente en esta zona, se han registrado

aproximadamente 16 a 18 especies de triatominos potenciales transmisores de *T. cruzi* (20,21), por lo que conocer la situación actual de la enfermedad de Chagas y sus vectores en estas áreas es de crucial importancia.

En esta zona, la característica principal del sistema de control y vigilancia es el desconocimiento, tanto de pobladores como de autoridades, lo cual presenta un desafío estructural importante. Por eso, los esfuerzos de nuestra investigación II estuvieron enfocados en realizar diagnósticos de línea base, usando metodologías innovadoras, para el uso eficiente de los recursos destinados a la misma. Es así que usamos metodologías innovadoras, como muestreos “adaptativos”, para mejorar la eficacia del muestreo de base; y aplicativos móviles para el mapeo georreferenciado y el registro de información en tiempo real, en zonas de difícil acceso. Estas estrategias nos ayudaron a registrar con mayor precisión los índices de infestación, la dispersión espacial, así como los factores asociados a las infestaciones, y facilitaron la colección de información para llenar el vacío existente en la literatura.

Existe evidencia previa de una fuerte relación entre la dispersión y presencia de vectores triatominos, con factores socio epidemiológicos, como los niveles de urbanización y el índice de ingreso económico (22–24)(25). Por lo tanto, la hipótesis de la investigación II fue que existiría diferencia entre los índices de infestación según los niveles de ingreso económico, determinados según INEI, en el distrito urbano de Cutervo. Pero también quisimos explorar la zona rural, debido a los antecedentes claros de presencia de vectores triatominos en

centros poblados rurales de la provincia de Cutervo, por lo que planteamos una hipótesis secundaria, la cual fue si factores ecológicos como la presencia de árboles alrededor de la vivienda(platanales), epidemiológicos como la presencia y tipo de animales, así como el propietario fumigaba y finalmente sociales como la pertenencia al programa JUNTOS o los materiales presentes en la vivienda, el número de personas y el índice de hacinamiento, estarían asociados a la infestación domiciliaria en el Centro Poblado Rural Aullan. Por lo tanto, la investigación II, constó de dos fases: una urbana y una rural. Para la comprobación de la hipótesis principal en la zona urbana, llevamos a cabo un muestreo adaptativo, metodología innovadora, usada en la ecología, para el muestreo de vegetación escasa o poco prevalente (26). Este muestreo optimiza la búsqueda, ahorra tiempo y dinero, y tiene la capacidad de identificar “clusters” o conglomerados de infestación (27). Por otro lado, en la zona rural, se usaron aplicativos móviles con georreferenciación, para ayudarnos en el proceso de captura de información en tiempo real.

En general, nuestro estudio buscó evaluar si las estrategias o metodologías innovadoras usadas tanto en la investigación I, como en la investigación II (uso de aplicativos móviles, integrados con mapas de riesgo y medidas innovadoras de cobertura, estrategias actitudinales o incentivos, muestreos innovadores y eficientes), ayudan a obtener resultados más efectivos, si estas son adaptadas y usadas de manera adecuada según las necesidades y los contextos donde se presente la enfermedad o sus vectores, todo con el fin de mejorar el control y vigilancia de la enfermedad de Chagas en el Perú.

2 HIPÓTESIS GENERAL

La aplicación de estrategias innovadoras en el sistema de control y vigilancia vectorial de la enfermedad de Chagas en el Perú, llevará a un uso óptimo de mapas de riesgo por parte de los especialistas de control vectorial en la ciudad de Arequipa y permitirá evaluar si existen diferencias en los índices de infestación según niveles de ingreso económico en el distrito urbano de Cutervo.

3 INVESTIGACIÓN 1: USO DE INCENTIVOS Y SU ASOCIACIÓN CON EL USO ÓPTIMO DE MAPAS DE RIESGO, EN LA VIGILANCIA VECTORIAL DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA.

3.1 JUSTIFICACIÓN

Durante casi 23 años Arequipa, ha sido participe de una intensa campaña de eliminación y control, contra el vector de la enfermedad de Chagas, centrada en la parte urbana de la ciudad (10) y que ha sido llevada a cabo en el marco de la colaboración entre agencias internacionales de cooperación, el Ministerio de Salud, universidades y la agencia Panamericana para la Salud (PAHO) (4). Durante esta campaña, el personal del Programa de Enfermedades Metaxénicas y Zoonóticas del Ministerio de Salud (28) se dedicaba exclusivamente al control, fumigación y búsquedas entomológicas para el control de *Triatoma infestans* (29).

Sin embargo, en el año 2017, este personal fue absorbido por el sistema del Ministerio de Salud de Arequipa y fue imbuido en funciones ajenas al programa. Además, debido a casi 20 años de campañas de fumigación y vigilancia, tanto la prevalencia de enfermedad como los índices de infestación se mantenían por debajo del <1% (30). Esta situación representaba un contexto idóneo que, debido a los problemas logísticos y características del programa de control, podrían llevar a reinfestaciones en localidades con escasa o nula vigilancia. Y habiéndose demostrado que cuando se declara la interrupción de la transmisión vectorial, situación que estaba a punto de alcanzarse en la ciudad de Arequipa, la prioridad para

mantener ese logro era la sostenibilidad de un sistema de vigilancia sensible y efectivo (17). Para eso, utilizar estrategias innovadoras era una prioridad.

Ante este contexto, a partir del mes de diciembre del 2017, se comienza el estudio madre denominado *‘Investigating Human Search Strategies for Triatomine Bugs in Arequipa, Perú’*, el cual tuvo como objetivo evaluar el uso de estrategias innovadoras y su efecto en las estrategias de búsqueda dentro del sistema de vigilancia y control vectorial. Las tres estrategias innovadoras fueron: “aplicaciones móviles”, “incentivos” y/o “mapas de riesgo”. Estas estrategias fueron esenciales para lograr el objetivo principal, que consistía en el “uso óptimo de mapas de riesgo”. Este término fue operacionalizado como uso de información de riesgo y cobertura espacial (Fig. 3) . Además, se buscó: 1) integrar la información obtenida durante años de campaña de ataque y vigilancia, 2) lograr el registro de la información colectada en tiempo real 3) introducir el uso del aplicativo móvil a los especialistas del sistema de control vectorial. Las estrategias innovadoras fueron seleccionadas porque han demostrado un efecto positivo en la vigilancia y control de enfermedades transmitidas por vectores (31–40), y también en enfermedades no transmisibles (41,42), así como en otros programas de salud (38,40,41,43).

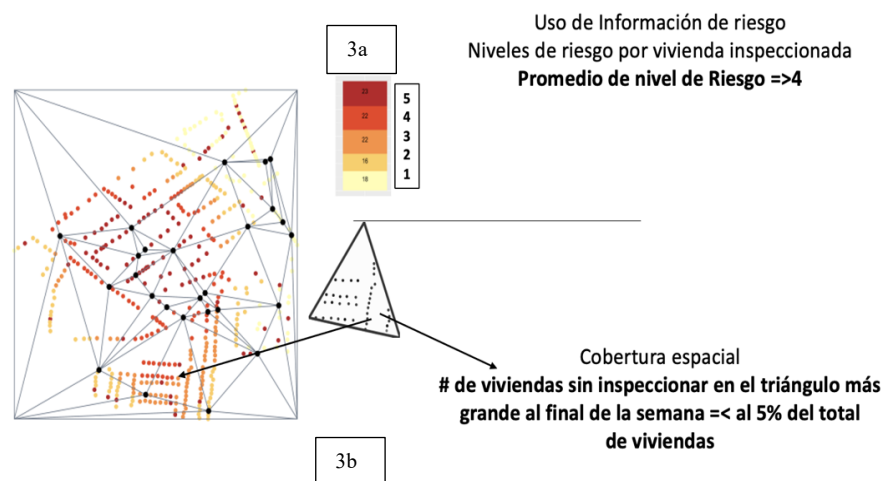


Fig. 3: En la figura 3, se observa la conformación de la variable “uso óptimo de mapas de riesgo”. Panel **3a**, se determina como primer componente de uso de información de riesgo, determinado por la inspección de viviendas en los quintiles superiores alto y más alto. En el panel **3b**, se determina el segundo componente o dimensión, denominada cobertura espacial y que está determinada por el número de viviendas sin inspeccionar al final de la semana dentro del triángulo más grande, el cual debe ser menor que el 5% del número de viviendas totales en la zona de búsqueda.

Con el estudio madre, se probó que los incentivos fijos hacían que los especialistas en control vectorial entendieran mejor las dimensiones de la variable “uso óptimo de mapas de riesgo”, comparados con los incentivos estocásticos. También se descubrió que los incentivos no monetarios, eran mucho más útiles, y que un día libre era más apreciado que un premio en dinero, pero en ninguno de los experimentos se pudo lograr el balance adecuado de ambas dimensiones (44,45). Sin embargo, la integración de estos dos componentes es esencial para lograr un “uso óptimo de mapas de riesgo”. Por lo tanto, surgió la necesidad de evaluar nuevos esquemas de incentivos para lograr el balance de las dos dimensiones de la variable “uso óptimo de mapas de riesgo”. El requisito de este esquema debía ser que las dos dimensiones fueran alcanzadas balanceadamente, es decir que se

priorizara las inspecciones en viviendas de alto y más alto riesgo y que se obtuviera una buena cobertura espacial, distribuyéndolas parejamente, y lograr reducir el número de viviendas no inspeccionadas a menos del 5% del total de viviendas en el área de trabajo. Por lo tanto, con este fin se diseñó el esquema de incentivos Póker, el cual fue denominado así por su similitud con el juego de azar del mismo nombre. En este juego cada mano tiene un solo objetivo (ejem. conseguir cinco ases, o solo conseguir reinas, etc.), y este objetivo es excluyente de los demás, es decir, solo puedes jugar una mano a la vez, de la misma forma como en el incentivo “Póker”. Como control se usó el esquema de incentivos “Pago por detección”, el cual claramente expresa el objetivo de dicho incentivo, el cual era detectar infestaciones, el cual es la motivación regular de todas las búsquedas entomológicas. Ambos incentivos eran de naturaleza fija y no monetaria, naturaleza que ya se había comprobado cómo más efectiva en comparación con la naturaleza monetaria y estocástica de otros incentivos (44,45).

Es así que se llega al experimento denominado Miraflores, cuya data es usada como base para nuestra investigación I. La hipótesis principal planteada para la investigación I fue: el incentivo “Póker” estará asociado al “uso óptimo de mapas de riesgo” (definido anteriormente), en los especialistas de control vectorial cuando se le comparaba con el incentivo “Pago por Detección”. Creemos que en un contexto de “urbanización de la enfermedad de Chagas”, como el presentado en Arequipa, y donde se ha llegado a la última etapa a punto de la declaración de interrupción de la transmisión vectorial, desarrollar estrategias innovadoras con el objetivo de

prevenir nuevas infestaciones o re infestaciones, promoviendo el uso de información de riesgo y maximizando la cobertura espacial, es primordial y puede ser el punto de quiebre para las estrategias de control y vigilancia de la enfermedad de Chagas en esta ciudad.

3.2 PREGUNTA DE INVESTIGACION PRINCIPAL

¿El uso del incentivo “Póker” está asociado al “uso óptimo de mapas de riesgo” por los especialistas de control vectorial de la enfermedad de Chagas de la ciudad de Arequipa comparado con el incentivo “Pago por Detección”?

3.3 HIPOTESIS PRINCIPAL

El incentivo “Póker”, estará asociado a un “uso óptimo de mapas de riesgo” expresado en una mayor cobertura espacial de viviendas de mayor riesgo en la vigilancia vectorial de la enfermedad de Chagas en la ciudad de Arequipa comparado con el incentivo “Pago por detección”.

3.4 HIPOTESIS SECUNDARIAS

No aplica

3.5 METODOLOGIA

3.5.1 Diseño

3.5.1.1 *Diseño del estudio madre*

El estudio madre ***‘Investigating Human Search Strategies for Triatomine Bugs in Arequipa, Perú*** (SIDISI No: 66427) fue llevado a cabo por el Laboratorio de Investigación de Enfermedades Zoonóticas (LIEZ), de la Unidad Una Salud, FASPA, UPCH. Este estudio tuvo un diseño cuasi experimental de corte transversal prospectivo. El objetivo general fue

evaluar en los participantes -especialistas de control vectorial del LIEZ en Arequipa- el uso de estrategias innovadoras y su efecto en las estrategias de búsqueda dentro del sistema de vigilancia y control vectorial. El estudio fue desarrollado en cinco distritos (Paucarpata, Socabaya, Cayma, José Luis Bustamante y Miraflores) entre los años 2017-2019. Cada participante del estudio madre fue asignado, de manera aleatoria, a una zona de entre 400 a 600 casas, por un periodo de cinco días hábiles, durante los cuales hicieron búsquedas domiciliarias desde las siete de la mañana hasta la una de la tarde. El orden en el cual trabajarían también fue asignado de manera aleatoria (Tabla 1).

TABLA 1

Distribución de participantes en los brazos del experimento denominado Miraflores		
Abril 2019- Arequipa-Perú		
ESPECIALISTAS	BRAZOS O ESQUEMAS DE INCENTIVOS	
	PÓKER	PAGO POR DETECCIÓN
I	segunda semana	primera semana
II	segunda semana	primera semana
III	primera semana	segunda semana
III	segunda semana	primera semana
V	primera semana	segunda semana
VI	primera semana	segunda semana
VII	segunda semana	primera semana
VIII	segunda semana	primera semana
IX	primera semana	segunda semana

Tabla 1. Se muestra el diseño del experimento llevado a cabo en el distrito de Miraflores, Arequipa en el mes de abril del 2019. A partir de la segunda columna se muestran los brazos denominados: “Póker” y “Pago por detección”, cada columna indica el orden en que los especialistas trabajaron bajo cada esquema de incentivo (primera o segunda semana). El esquema de Pago por Detección fue usado como control.

Las zonas o áreas de búsqueda se balancearon de acuerdo a los índices de infestación previa y se parearon áreas con índices de infestación similares. Todos los participantes fueron instruidos previamente acerca del esquema de incentivos bajo los cuales trabajarían y notificados al final de la semana de trabajo acerca de su puntaje. Las labores de los especialistas de control

vectorial generalmente se concentran en una o dos semanas de trabajo al mes o cada dos meses, en zonas de entre 500 a 1000 viviendas. En la actualidad solo en tres distritos de la ciudad se cumplen estas labores de inspección mensualmente; en los otros 26 distritos las inspecciones no se realizan (data no publicada). El estudio madre y sus distintos experimentos están descritos en su totalidad en Arevalo et al., (2022) y en C. Arevalo (2020) (45,46).

En el experimento llevado a cabo en Miraflores (llamado Miraflores, en el resto del presente documento), usado para la investigación I, los participantes, se compararon con ellos mismos cuando trabajaban bajo los distintos incentivos, con el fin de controlar variables como performance, productividad y renuencia (Tabla 1). Este experimento, tuvo dos esquemas de incentivos: “Póker” (intervención) y “Pago por detección” (control). El experimento Miraflores, tuvo como objetivo lograr el balance entre las dos dimensiones de la variable “uso óptimo de mapas de riesgo”.

3.5.1.1.1 Modelo matemático

El modelo matemático que se usó para crear los mapas de riesgo a nivel de vivienda fue desarrollado durante el estudio madre, y está descrito en su totalidad en Gutfraind et al., (2018) (47). Es un modelo espacio-temporal que usa la siguiente información del control y la vigilancia vectorial: i) que una vivienda se haya rehusado a la fumigación o haya estado cerrada en la etapa de ataque (fase I o fase II) y en la vigilancia posterior, ii) la colindancia con una vivienda positiva (infestada), y iii) si

la vivienda fue positiva o no (infestada), en el momento de la etapa de ataque (fase I o fase II) o la vigilancia posterior. Así como también, los siguientes factores espaciales y temporales: i) la fecha de la fase de ataque (fase I y fase II), ii) la fecha de inspección positiva o negativa durante la vigilancia posterior al ataque, iii) la correlación espacial entre viviendas y iv) la presencia de barreras físicas como las calles (29,48) (Fig. 1, panel 1.c, A,B,C). Usando estos datos, los resultados del modelo, se interpretan como “probabilidades relativas de infestación a nivel de vivienda”.

3.5.1.1.2 Uso de información de riesgo (Mapas de riesgo)

Los mapas de riesgo (Fig. 1, panel 1.c D), que se mostraron al personal, y que en el contexto del estudio madre y la investigación I, hemos denominado “información de riesgo”, fueron creados usando los resultados del modelo matemático descrito anteriormente. Estos resultados fueron: “probabilidades relativas de infestación”, las cuales fueron divididas en quintiles de riesgo, y se clasificaron en: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo, y se les asignó un color determinado (Fig. 1, panel 1.b), esto en pro de la visualización del personal especialista de control vectorial.

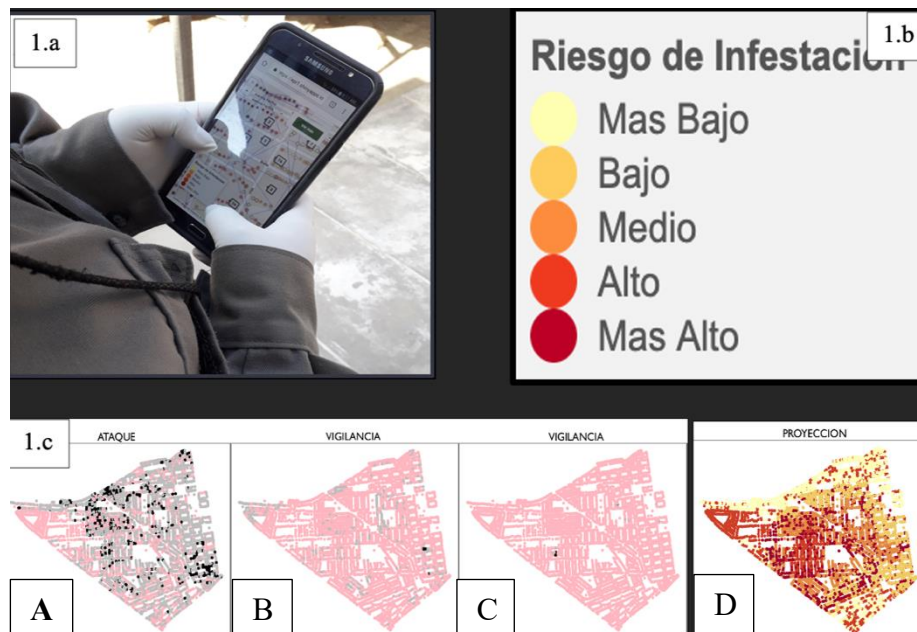


Fig1. Información de riesgo. **1a** muestra el aplicativo siendo usado en campo, mostrando las viviendas como puntos coloreados en quintiles de riesgo, y la triangulación como medida de cobertura espacial. **1b** muestra los quintiles en los cuales fueron divididas las probabilidades relativas de infestación por vivienda. **1c** muestra la integración de la información de las diferentes fases del control integrado por vivienda, usados en el modelo matemático, A) resultado final de la vivienda durante la fase de ataque (I y II rociado): puntos grises viviendas rociadas, puntos negros viviendas infestadas con *T. infestans*. B) y C) resultado final de las viviendas durante la vigilancia activa en dos etapas temporales distintas, y D) muestra las proyecciones o probabilidades relativas de infestación por vivienda obtenidas con el modelo espacio temporal.

3.5.1.1.3 Cobertura espacial

Así mismo, se desarrolló una metodología innovadora para que los especialistas pudieran tener una noción más real de su posición y proceso de búsqueda en el área geográfica. Esta metodología fue desarrollada basándonos en los fundamentos de *cobertura espacial*, y en la triangulación de Delaunay (49), dicha triangulación es usada frecuentemente en sistemas de vigilancia aérea, y está asociada a una

cobertura espacial eficiente (50). Con esta metodología, los especialistas determinaban espacios o áreas, en este caso triángulos, que formaban usando cada vivienda inspeccionada como vértice y así tenían una noción de la métrica de cobertura espacial dentro de la zona asignada (Fig. 2). La métrica denominada cobertura espacial está basada en el “**número de viviendas sin inspeccionar dentro del triángulo más grande**”. En la Figura 2 (45), la cual ha sido adaptada de C. Arevalo, (2020) podemos ver el concepto gráfico de cómo fue construida, y en los paneles 1.d, 1.e y 1.f, como es que esta característica funcionaba en campo dentro del aplicativo VectoirPoint.

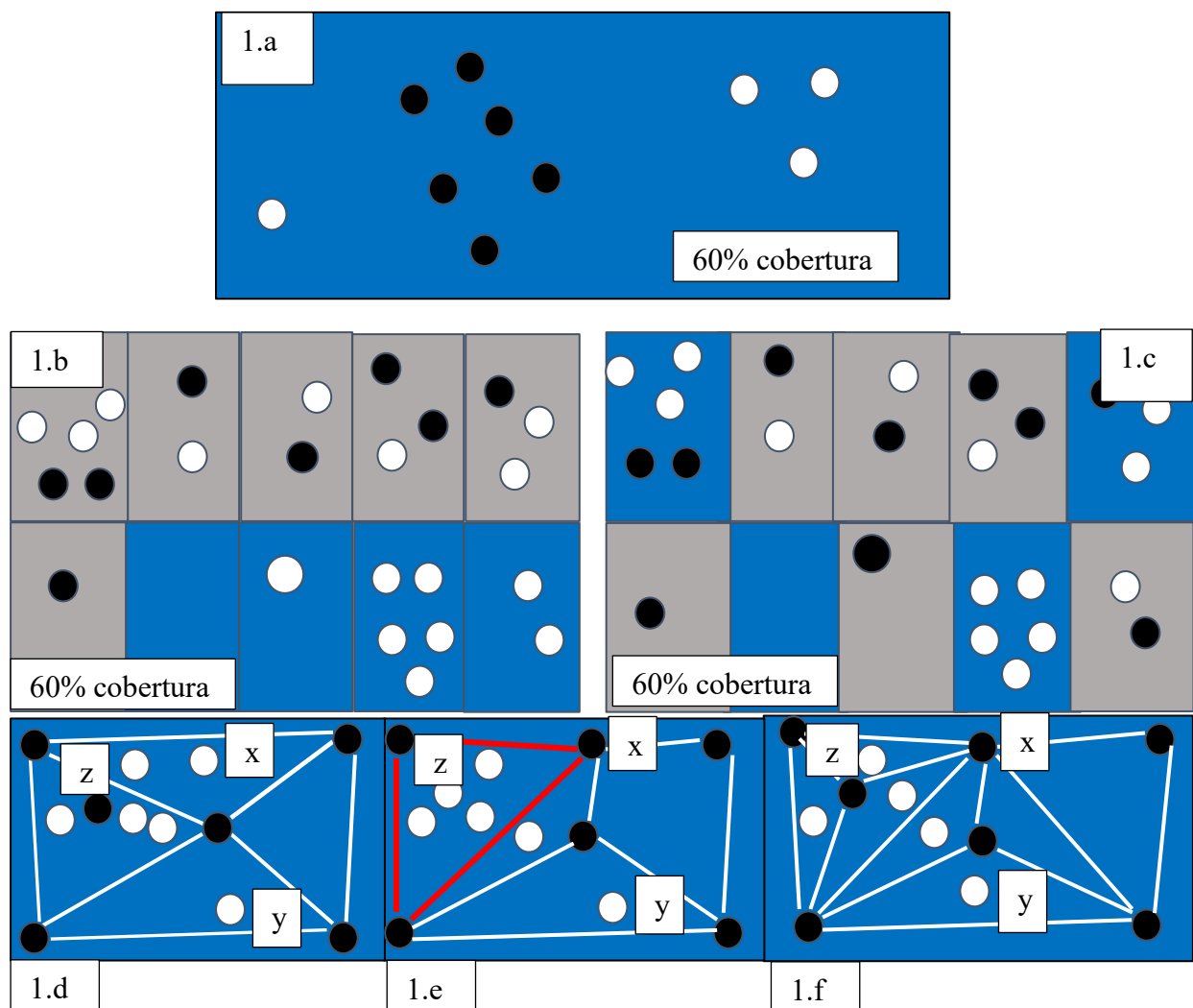


Fig. 2. Cobertura espacial usando triangulación de Delaunay. **1.a.** Los círculos negros representan casas o unidades inspeccionadas, en este ejemplo, de 10 viviendas se inspeccionan seis y se obtiene el 60% de cobertura, pero con una mala distribución espacial (círculos blancos viviendas sin inspeccionar). **1.b.** Los rectángulos grises representan subáreas inspeccionadas y las subáreas azules representan áreas sin inspeccionar. Se muestra una cobertura del 60% basándose en porcentaje de subárea cubierta (6/10 subáreas). Puede resultar en mala distribución espacial (**1.c**) y aun con buena distribución espacial no garantiza buena distribución de unidades o viviendas. **1.d.** Usando triangulación: casas inspeccionadas se convierten en los vértices de la triangulación. Con la distribución en 1.d, un inspector entrenado perseguirá el objetivo de tener el menor número de casas sin inspeccionar en el triángulo más grande, por lo que decide intuitivamente inspeccionar la casa “x”, lo cual resultará en un vértice y la triangulación observada en **1.e** (el triángulo rojo). 1.e. Es claro que el triángulo rojo contiene la mayor cantidad de casas sin inspeccionar. Si el inspector inspecciona la casa “y”, la métrica (el triángulo con el mayor número de casas sin cobertura) no cambiará. Por el contrario, si inspecciona la casa “z” 1.f, la de mayor centralidad, la métrica se reduce sustancialmente (Figura tomada de Arevalo Nieto CR. (45))

3.5.1.1.4 Aplicativo VectorPoint

El aplicativo VectorPoint (45,47) (Fig.1, Panel 1a) fue desarrollado con la finalidad principal de integrar **información de riesgo** (mapas de riesgo) y medidas de **cobertura espacial** para que pudiera ser entregada a los especialistas de control vectorial que laboraban en el programa de Enfermedades Metaxénicas y Zoonóticas de la ciudad de Arequipa. Además, fue utilizado para que los especialistas recolectaran los datos de las inspecciones de las viviendas en tiempo real. Este aplicativo, está descrito en su totalidad de funcionalidades y características en Gutfraind et al., (47).

3.5.1.1.5 Esquema de incentivos y el uso óptimo de mapas de riesgo

Finalmente, en el estudio madre se creó el incentivo denominado “Póker” (Fig. 4), por su analogía con el juego de cartas en la naturaleza excluyente de sus manos o niveles (Fig. 4). Este esquema estuvo estructurado de la siguiente manera: i) primer nivel o “carta alta”, donde se ofrece un punto por **cada vivienda inspeccionada**, ii) segundo nivel o “escalera”, donde se da 100 puntos, si se logra el objetivo de “**buena cobertura espacial**”, iii) tercer nivel o “color” donde se da 100 puntos, por lograr el objetivo de uso de **información de riesgo**, iv) cuarto nivel o “escalera de color”, donde se da 300 puntos, si se obtenían los **dos últimos objetivos a la vez** ; v) finalmente el quinto nivel o “Póker” donde se daba 500 puntos por el **hallazgo de cada vivienda infestada** (Fig. 4).

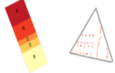
Analogía de POKER	OBJETIVO	PUNTOS
POKER 		500
Escalera de color 		300
Color 		100
Escalera 		100
Carta Alta 		1

Fig. 4: Esquema o rama Póker, aquí podemos ver graficados los niveles o manos del juego, mutuamente excluyentes: i) carta alta por inspeccionar viviendas, se daba un punto, ii) escalera por lograr cobertura espacial, se otorgaba 100 puntos, iii) color por solo inspeccionar viviendas de alto riesgo, se otorgaba 100 puntos, iv) escalera de color, por obtener una buena cobertura espacial e inspeccionar viviendas de alto riesgo, se otorgaba 300 puntos y finalmente, v) Póker, donde se otorgaba 500 puntos por el hallazgo de una casa infestada. Si los especialistas de control llegaban a 1000 puntos durante el tiempo determinado de sus búsquedas, se les otorgaba o un día libre u horas libres, según el número de puntos que obtuvieran.

Se decidió premiar el objetivo regular de las inspecciones debido a que, en la situación actual con bajos índices de infestación, el hallazgo de casas infestadas es una tarea ardua y no fácil de realizar. Es por eso que el incentivo “Pago por detección” enuncia claramente su objetivo: el hallazgo de casas infestadas, al cual se le dio el máximo valor de 500 puntos.

3.5.1.2 *Diseño de la Investigación I*

La investigación I es un análisis secundario de bases de datos, con un diseño de tipo observacional, transversal y retrospectivo. El objetivo fue determinar

la asociación de dos esquemas de incentivos y el uso óptimo de mapas de riesgo en especialistas de control vectorial del sistema de vigilancia de la enfermedad de Chagas de Arequipa (Figura 5).



Figura 5. La figura muestra la ciudad de Arequipa y su ubicación dentro del Perú. Aquí se desarrolló el estudio madre, en seis distritos de la ciudad. La investigación I, se llevó a cabo en el distrito de Miraflores durante los meses de abril y mayo del 2019.

3.5.2 Diseño muestral

3.5.2.1 Población

3.5.2.1.1 Población del estudio madre

La población del estudio madre (24) fue el personal de campo del LIEZ, nueve participantes en total, todos con experiencia de al menos un mes en búsqueda entomológica usando el aplicativo VectorPoint (29). Podemos ver las características de la población del estudio madre en la Tabla 2.

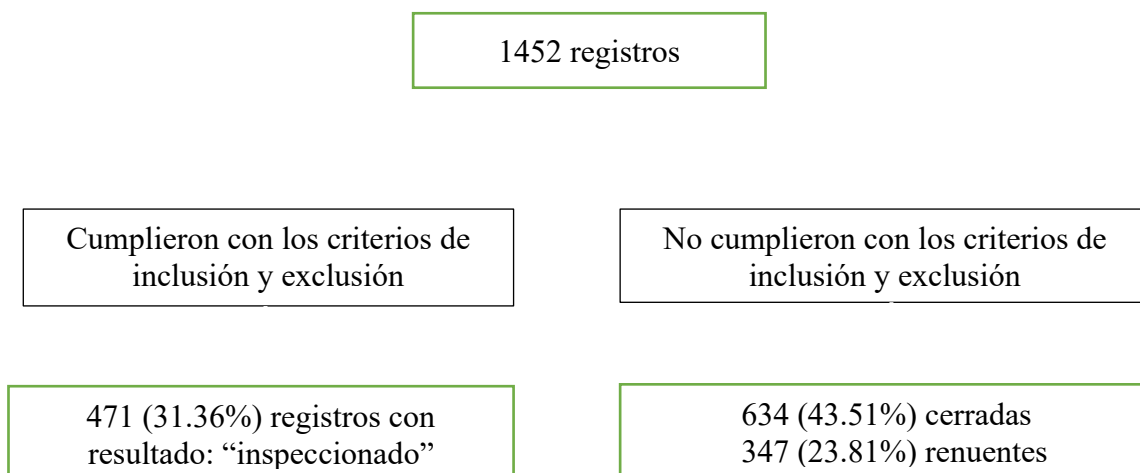
Tabla 2: Características de la población de estudio del estudio madre (n=9)

Características	N= 9	%=100
Edad (Años)		
<25	1	11.11%
25-59	8	88.89%
Experiencia vigilancia entomológica (Años)		
1-5	6	66.67%
>11	3	33.33%
Sexo		
Femenino	5	55.56%
Masculino	4	44.44%
Nivel de Instrucción		
Superior no Universitaria	5	55.56%
Superior Universitaria	4	44.44%

Tabla 2: Características sociodemográficas de los participantes del estudio madre. Excepto por la edad y los años de experiencia, las características de los participantes están en proporciones iguales. Los participantes fueron su propio control en todos los experimentos del estudio madre y trabajaron bajo los distintos incentivos en tiempos diferentes, que fueron aleatorizados previamente.

3.5.2.1.2 Población de la Investigación I

La población de estudio de la investigación I, usada para el análisis secundario de bases, fueron todos los registros ingresados durante el periodo de trabajo en el experimento Miraflores: la última semana del mes abril y la primera semana del mes de mayo del 2019. Se incluyeron solo los registros que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión descritos en la sección 3.4.2.1.3 y 3.4.2.1.4 y que se pueden observar en el siguiente diagrama:



Criterios de inclusión

Para el estudio madre se escogieron a todos los especialistas de control vectorial del LIEZ que tuvieron al menos un mes de entrenamiento en el uso del aplicativo y de búsqueda entomológica.

Para la investigación I, se eligieron todos los registros de las inspecciones realizadas en el distrito de Miraflores durante la última semana de abril y la primera semana de mayo del 2019.

3.5.2.1.3 Criterios de exclusión

En el estudio madre se excluyeron los participantes contratados durante el desarrollo del estudio.

Para la investigación I, se excluyeron los registros de las inspecciones que no tuvieron la información completa o que estuvieran duplicados.

3.5.3 Muestreo

3.5.3.1 *Tipo de muestreo*

El tipo de muestreo del estudio primario fue un muestreo no probabilístico por conveniencia. Las unidades de muestreo fueron los especialistas de control vectorial. Para controlar variables como performance, manejo de renuencia y productividad, los participantes se compararon con ellos mismos.

Para la investigación I, se usaron todos los registros que provenían del experimento Miraflores del estudio madre. No hubo muestreo.

3.5.4 Procedimientos del estudio

3.5.4.1 *Preparación*

Las actividades de preparación, enrolamiento, recolección de datos, actividades y su monitoreo fueron realizadas durante el estudio madre.

Para la investigación I, se coordinó con los responsables del estudio primario del LIEZ para poder obtener las bases de datos correspondientes al experimento final denominado Miraflores.

3.5.4.2 *Tamizaje y enrolamiento*

El tamizaje y enrolamiento de los participantes fue hecho durante el estudio madre, y fue realizado por personal del LIEZ, que en ese momento no estuviera relacionado con el estudio, y que durante el periodo de tiempo se desempeñara en otra área, para evitar la coerción, debido a la naturaleza del personal involucrado. Este personal ajeno al estudio leyó, explicó e hizo firmar el consentimiento informado a los participantes. El consentimiento informado tuvo la aprobación del comité de Ética de la Universidad de Pensilvania y de la Universidad Peruana Cayetana Heredia (IRB 66427).

Para la investigación I, debido a su naturaleza de estudio secundario de bases no hubo tamizaje ni enrolamiento.

3.5.4.3 Recolección de datos

3.5.4.3.1 Cuestionarios

En este estudio no se aplicaron cuestionarios debido a la naturaleza de análisis secundario de bases. Se usaron los registros colectados usando el aplicativo móvil VectorPoint, durante el periodo de Abril a Mayo del 2019, del experimento denominado Miraflores (29).

3.5.4.4 Procesamiento de muestras biológicas

No aplica en el caso de este estudio.

3.5.4.5 Supervisión y monitoreo de actividades

El manejo de la base de datos y los análisis respectivos se realizaron bajo la supervisión del equipo de investigación del estudio madre, quienes fueron consultados en caso de incongruencias o dudas.

3.5.5 Variables de estudio

3.5.5.1 Variable dependiente y co-variable principal independiente

Variable dependiente

Variable dependiente	Componentes o Dimensiones de la variable	Definición		Indicadores	Tipo y escala de medición
		Definición Conceptual	Definición Operacional		
Uso óptimo de mapas de riesgo	Uso de información de riesgo.	Se define como la inspección de viviendas según el nivel de riesgo de infestación, de acuerdo al quintil de riesgo al que pertenece.	Medido como el nivel de riesgo en los registros con estatus inspeccionado. muy bajo= amarillo claro bajo= amarillo	Nivel de riesgo 1=amarillo claro 2=amarillo 3= naranja 4= rojo 5=rojo oscuro	Categórica ordinal

			medio=naranja alto= rojo muy alto = rojo oscuro		
	Cobertura espacial	La cobertura espacial se entiende como una búsqueda geográfica pareja en un área determinada.	Número de viviendas no inspeccionadas dentro del triángulo más grande al final de la semana.	Número de viviendas no inspeccionadas. Desde 1 hasta 400	Numérica discreta

Variable independiente

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición Operacional (ver Fig. 4)	Indicadores	Tipo de escala de medición.
Esquema de incentivos	Esquema de incentivos no monetarios, bajo el cual trabajaron los participantes del estudio madre durante el experimento denominado Miraflores. El incentivo Póker fue la intervención y el incentivo Pago por detección fue usado como control.	Dependiendo del incentivo, los puntajes fueron diferenciales de acuerdo a la estructura del incentivo. Póker: 1. Nivel 5: 500 pts. x casa infestada. 2. Nivel 4: 300 pts. mediana del nivel de riesgo = > 4 y número de viviendas sin inspeccionar en el triángulo más grande <= 5% de nro. total de casas, en el área. 3. Nivel 3: 100 pts. x media de nivel de riesgo => a 4. 4. Nivel 2: 100 pts. x número de casas sin inspeccionar = < del 5% del nro. total de casas en el área. 5. Nivel 1: 1 punto por casa inspeccionada Pago por detección: 1. 500 puntos por casa infestada	Incentivo “Póker”: Incentivo “Pago por detección”	Categórica nominal

3.5.5.2 Otras covariables relevantes

No aplica

3.5.6 Procesamiento y análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos se realizaron en software libre R (51). Para el análisis descriptivo de las variables categóricas usamos los valores de las frecuencias relativas y porcentajes. Para la variable numérica “cobertura espacial”, se determinaron las medidas de tendencia central (mediana o media) y de dispersión (rango intercuartil o desviación estándar), según su distribución.

Para el primer componente (uso de información de riesgo) del “uso óptimo de mapas de riesgo”, debido a su naturaleza ordinal, realizamos un análisis de regresión logística de odds proporcionales usando la función POLR del paquete MASS (52,53). Para el segundo componente (cobertura espacial), realizamos un análisis bivariado de t test, comparando las medias en los brazos de cada experimento.

3.5.7 Potencia estadística

Al tratarse de un análisis de datos secundarios se consideró adecuado realizar un cálculo de potencia para evaluar la hipótesis de investigación. La hipótesis nula es que no habrá ninguna diferencia de a) el uso de la información de riesgo y b) la cobertura espacial, bajo los dos esquemas de incentivos. El análisis de potencia se realizó por separado para los componentes de la variable dependiente y para cada prueba de hipótesis usada. Debido a lo innovador de la metodología y de los resultados estudiados, evaluamos la potencia mediante simulación (54), por falta de antecedentes. Para los análisis bivariados en el caso de la cobertura espacial, desarrollamos un análisis de t test, y asumimos que bajo el

incentivo Póker, la media del número de casas no inspeccionadas en el triángulo más grande al final de la semana, rodeará al menos el valor del 5% del total de viviendas en el área asignada -- aproximadamente 25 viviendas -- y que bajo el brazo “pago de incentivos” la media será el 10% del total de las viviendas o de 50 viviendas. Estos valores fueron obtenidos de experimentos previos(44,45). Para este fin creamos la data con nueve participantes, y simulamos el análisis y los datos con 2000 repeticiones, y fuimos capaces de probar que en el 99.9 % de las veces los valores de p fueron menores que 0.05 y que podremos tener la potencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de que no habrá diferencia en la media de cobertura espacial en ambos brazos.

Para el análisis de potencia para el “uso de información de riesgo”, asumimos que bajo el incentivo control o “Pago por detección”, la media de la probabilidad relativa de infestación de las viviendas inspeccionadas será igual o menor a tres, y que la media de la probabilidad relativa de infestación de las viviendas inspeccionadas bajo el incentivo Póker tendrá una media igual o mayor a cuatro, basados en los cinco experimentos anteriores del estudio madre. Así, tomamos en cuenta la naturaleza ordinal de la variable, y creamos una base de datos, similar a la obtenida en el experimento, asignando nueve participantes, y desarrollamos el análisis de “Proportional Odds Logistic Regression” (POLR), o regresión logística de odds proporcionales, donde simulamos 2000 veces las bases de datos y los análisis. Al finalizar, como en los procedimientos anteriores contabilizamos

cuantas veces éramos capaces de rechazar la hipótesis nula y obtuvimos también que en el 99.9 de las veces se obtuvo un valor de p menor de 0.05, lo cual nos da el poder suficiente para rechazar la hipótesis nula, que en este caso es que el odds de inspeccionar viviendas con promedios de riesgo mayores o iguales a cuatro es igual en cualquiera de los brazos.

3.6 RESULTADOS

3.6.1 Resultados descriptivos

3.6.1.1 Población de estudio

Tuvimos 471 registros con estatus de inspección.

3.6.1.2 Componente: Uso de información de Riesgo

Bajo el incentivo Póker, se registraron 248 inspecciones, de las cuales 102 (41.13 %) fueron inspecciones de “más alto” riesgo, y 55 (22.18%), fueron de “alto” riesgo. A diferencia del incentivo “Pago por detección”, donde la proporción de registros de “más alto” riesgo fueron solo 55 (24.66%), y los registros de alto riesgo fueron sólo 35 (15.69%) (Tabla 3).

TABLA 3. USO ÓPTIMO DE MAPAS DE RIESGO COMPONENTE 1: Uso de Información de Riesgo					
Número de Viviendas inspeccionadas según el componente uso de información de riesgo, por rama Arequipa-Perú 2019					
Pago por Detección			Póker		
Uso de información de riesgo	Nro. registros	%	Uso de información de riesgo	Nro. registros	%
Más alto	55	24.66	Más alto	102	41.13
Alto	35	15.69	Alto	55	22.18
Medio	41	18.39	Medio	27	10.8
Bajo	44	19.73	Bajo	31	12.50
Más bajo	48	21.52	Más bajo	33	13.31
Total	223	100	Total	248	100

3.6.1.3 Componente: Cobertura espacial.

Para el componente de cobertura espacial, pudimos observar que trabajando bajo el esquema de incentivos “Póker”, el 40% de los inspectores dejaron un número de viviendas sin inspeccionar menor al 5% del total de viviendas en sus áreas de trabajo, en comparación de lo que se registró bajo el

incentivo “Pago por detección”, donde ninguno de los inspectores obtuvo un número de viviendas sin inspeccionar en el triángulo más grande al final de la semana menor al 5% del número total de viviendas en el área (Tabla 4).

TABLA 4. VARIABLE: USO ÓPTIMO DE MAPAS DE RIESGO COMPONENTE 2: COBERTURA ESPACIAL

Número de viviendas sin inspeccionar en el triángulo más grande, por inspector y por rama. *				
Inspector	Póker		Pago por Detección	
	Viviendas sin inspeccionar en el triángulo más grande	5% de viviendas totales	Viviendas sin inspeccionar en el triángulo más grande	5% de viviendas totales
I	17	26	109	26
II	39	27	39	22
III	36	22	158	22
IV	23	24	30	26
V	46	24	61	25
VI	18	26	30	21
VII	27	21	47	23
VIII	71	25	69	25
IX	20	25	72	24

*La definición de buena cobertura espacial, está dada por un número de viviendas sin inspeccionar en el triángulo más grande, menor o igual al 5% de las viviendas totales en el área de búsqueda.

3.6.2 Resultados bivariados

3.6.2.1 Cobertura espacial

En la Figura 6, se comparó el número de viviendas sin inspeccionar en el triángulo más grande al final de la semana, registrado por cada inspector, trabajando bajo los dos esquemas de incentivos. La prueba de hipótesis t test pareado determinó que existía diferencia de medias de la métrica antes

mencionada comparando ambos esquemas (t test pareado $p < 0.005$). Al analizar los mapas visualmente, podemos observar que aproximadamente el 50% de los participantes que trabajaron bajo el incentivo “Póker” (en dicha figura denominado A), cubrieron más espacio geográfico en sus búsquedas al momento de hacer la triangulación usando las viviendas inspeccionadas como vértices, en comparación cuando los participantes trabajaron bajo el incentivo “Pago por detección” (en la figura denominado B) (Fig. 6).

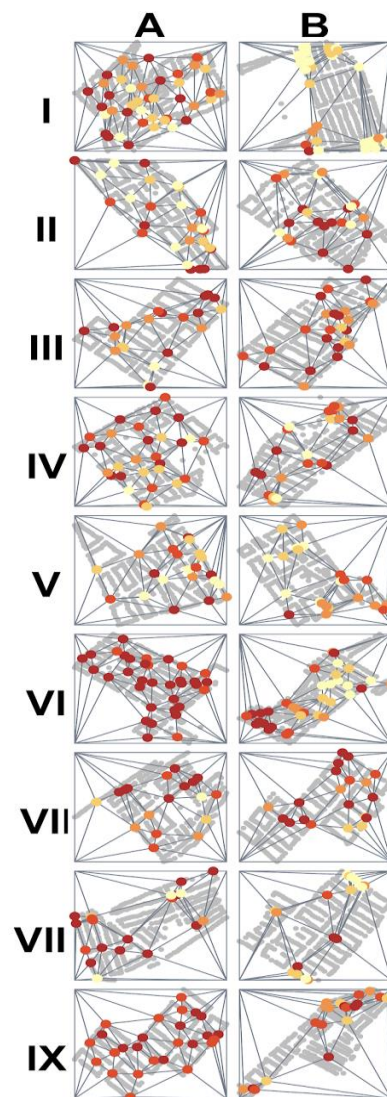


Figura 6. Mapas de la cobertura espacial para cada participante (nueve en total), donde las filas representan cada participante bajo cada brazo de incentivos (A=Póker y B= Pago por Detección). La cobertura espacial está dada por la métrica: número de viviendas sin inspeccionar al final de la

semana. Aquí trabajando bajo el incentivo Póker se obtuvo mayor cobertura espacial comparado con el incentivo Pago por Detección (t-test pareado $p < 0.05$).

3.6.3 Resultados Regresión Logística de Odds Proporcionales

3.6.3.1 Regresión Logística de Odds proporcionales.

Para el “uso de información de riesgo”, en la regresión logística de odds proporcionales, encontramos que trabajando bajo el brazo “Póker”, los odds de inspeccionar viviendas en los quintiles más altos de riesgo (alto y más alto), fueron mayores a cuando trabajaron bajo el brazo “Pago por Detección” (POLR, OR =2.11, 95% CI [1.52–2.93], $p < 0.001$) (Fig. 7).

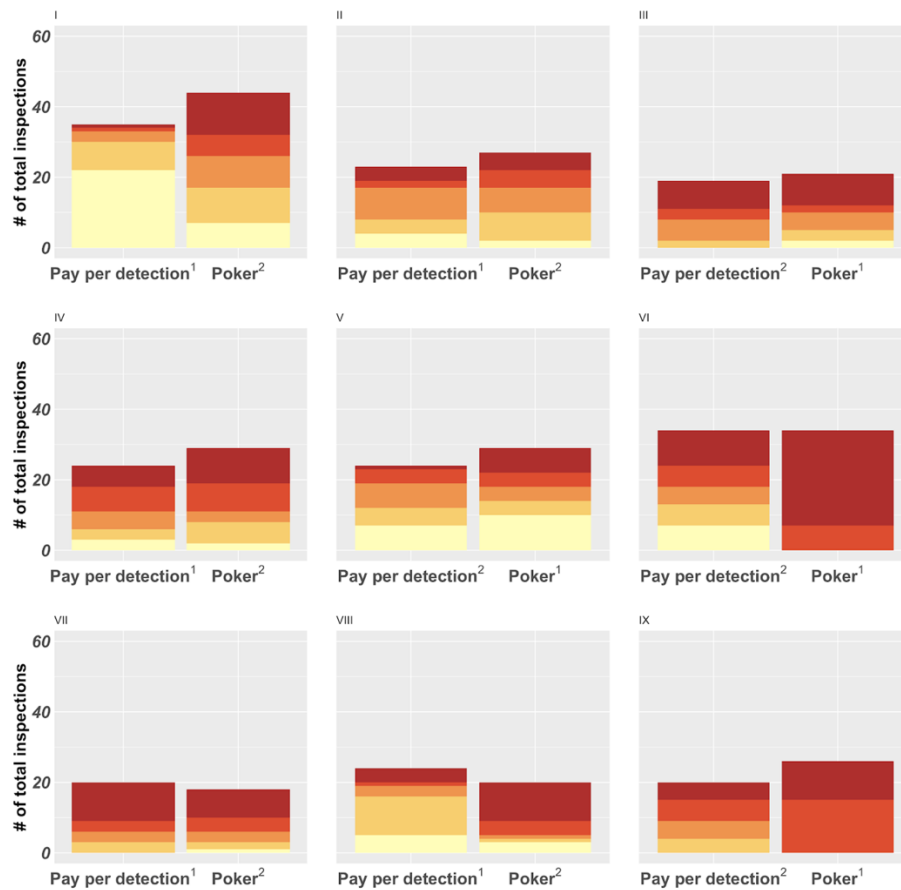


Figura 7: Distribución de las viviendas inspeccionadas según los quintiles de riesgo que se observan en el aplicativo, bajo dos esquemas de incentivos. Cada par de barras representa un participante y cada barra un esquema de incentivos. Los colores están ordenados según el quintil de riesgo, yendo desde el más bajo (amarillo claro) hasta el más alto (amarillo oscuro). (POLR, OR =2.11, 95% CI [1.52–2.93], $p < 0.001$).

3.6.4 Incentivos

Los incentivos que recibieron los inspectores fueron de naturaleza no monetaria, a cambio de los puntos obtenidos se les dio horas libres. Los puntos obtenidos y la escala de valor de los puntos se muestran en la Tabla 5. Ninguno de los participantes ganó puntos cuando se trabajó bajo el brazo “Pago por detección”, mientras que sí lo hicieron cuando trabajaron bajo el brazo “Póker”. Y aunque los índices de infestación son bajos en la ciudad de Arequipa, bajo el brazo “Póker” se encontró una vivienda infestada, y el participante obtuvo 500 puntos o medio día libre.

Tabla 5. Incentivos recibidos por manos del brazo “Póker”, por inspector. Arequipa-Perú 2019

Manos excluyentes del Brazos Póker	Inspector								
	V1	V2	V4	V5	V6	V8	V9	V13	V14
Póker: vivienda infestada 500 puntos							500		
Escalera de Color: 300 puntos por buena cobertura espacial y por el uso de información de riesgo						300			300
Color: 100 puntos por uso de información de riesgo*				100					
Escalera: 100 puntos por buena cobertura espacial*	100								
Carta Alta: 1 punto por vivienda inspeccionada.		27	21		29			20	

* En el componente de cobertura espacial para obtener un puntaje en cualquiera de los brazos se necesitaba haber dejado un nro. de viviendas sin inspeccionar igual o menor que el 5% del nro. total de viviendas del área de búsqueda. Para el componente de uso de información de riesgo, se obtenía puntaje solo si promedio de riesgo era igual o mayor a cuatro.
1000 puntos equivalen a un día libre.

3.7 DISCUSIÓN

El objetivo de la Investigación 1 fue determinar la asociación de dos esquemas de incentivos (Póker, y Pago por detección) y el “uso óptimo de mapas de riesgo”, y promover los dos componentes de la dicha variable, la “cobertura espacial”, con búsquedas espaciales parejas y el “uso de información de riesgo de infestación”, con la inspección prioritaria de viviendas con riesgo de infestación alto y más alto. Encontramos que el incentivo denominado “Póker”, estuvo asociado, a ambos componentes del “uso óptimo de mapas de riesgo”, comparado con el incentivo “Pago por detección”.

En la dimensión o componente, “uso de información de riesgo”, encontramos que existía una posibilidad mayor de inspeccionar viviendas de alto riesgo y más alto riesgo, cuando los participantes estuvieron trabajando bajo el incentivo “Póker”, en comparación al incentivo “Pago por Detección” (POLR OR=2.11,95% IC [1.52-2.93], $p < 0.001$). Así mismo, en el caso de la dimensión cobertura espacial, hubo una diferencia significativa entre la media de viviendas sin inspeccionar al final de la semana, cuando se compararon ambos incentivos (t-test pareado $p < 0.05$).

Si bien el uso de herramientas innovadoras, como mapas con información de riesgo o aplicativos móviles, ha probado ser útil (31–34,55–57) en el control vectorial, su uso por especialistas como herramienta del día a día, podría no ser adoptado con facilidad, ni usado apropiadamente, por el cambio de comportamiento que representa (58–62). Se sabe y se ha

estudiado que los sistemas de vigilancias vectoriales, sobre todo en lo que refiere a las búsquedas activas, en muchos contextos rurales y urbanos, se basan principalmente en tres principios: la experiencia del especialista, la facilidad de acceso a las zonas de interés y las decisiones jerárquicas sobre cuáles o cuántas viviendas deben inspeccionarse (29,44,63). Con este conocimiento, sabemos que dar un principio de autonomía a las decisiones de los especialistas puede dar resultados variados y a veces incongruentes (37,38,43,58). Es aquí donde los incentivos pueden tener el efecto deseado, no solo en el uso, sino en la adopción y mantenimiento de nuevas herramientas.

Sabemos además que incentivos de distinta clase han sido usados, en varias áreas de la vigilancia epidemiológica, y se han utilizado para promover el recojo de información a través de aplicativos móviles, en encuestas y testeos de enfermedades infecciosas, a niveles personal/familiar, así como a nivel comunitario, sobre todo con trabajadores comunitarios de salud. Sin embargo, los incentivos en su mayoría promovieron un solo comportamiento u objetivo, por ejemplo: participación en toma de datos sensibles, participación en campañas de fumigación, o limpieza de inservibles a nivel comunitario, etc. (35,36,38,39,42,43,50,66–68), nuestro estudio en contraste promovió una variable compleja con dos componentes o dimensiones o dos objetivos conjuntos.

La promoción de objetivos más complejos, como en nuestro caso el “uso óptimo de mapas de riesgo”, con dos componentes o dimensiones, no ha sido muy común. Sin embargo, podemos mencionar, un estudio notable, desarrollado en Sri Lanka, donde se usaron incentivos salariales y bonos, para incrementar el uso de un aplicativo móvil para la vigilancia de dengue, y se observó que, a pesar de no ser un objetivo “per se”, los incentivos incrementaron la cobertura espacial de los participantes que usaban dicho aplicativo (62).

En el caso del incentivo “Póker”, usado en nuestro trabajo, la promoción de comportamientos más complejos, como el objetivo dual de “uso óptimo de mapas de riesgo”, tuvo éxito. Esto se pueden explicar por varias razones: la claridad en la estructura del incentivo (42,58,64), las manos excluyentes y el balance equitativo del premio para ambas dimensiones de la variable “uso óptimo de mapas de riesgo”, y finalmente debido a la promoción de la motivación intrínseca por la naturaleza no monetaria y fija del esquema (36,37,65).

Primero, como lo mencionan varios autores, el momento en que los participantes entienden claramente el objetivo, y el “porqué” del mismo, direcciona y mejora notablemente sus esfuerzos. Además, el saber cuál será el premio al alcanzar el objetivo, así como el seguimiento diario de los resultados y la manifestación pública de sus logros al finalizar las jornadas de trabajo, hace que la motivación intrínseca, y la sensación de valoración

dentro del grupo se incrementen y actúan como un disparador para una mejor “performance” (66–68).

Segundo, las manos excluyentes del incentivo “Póker”, similares al juego del mismo nombre, y el dar pesos iguales al alcance de las dos dimensiones por separado, (100 puntos por cada dimensión), promovió que los participantes entiendan que, solamente jugando a ambas dimensiones a la vez, obtendrían un puntaje más alto (300 puntos por jugar ambas dimensiones a la vez). Comparar con otros ensayos o trabajos debido a la innovación en el esquema de incentivos y el experimento “per se”, es un poco difícil en este punto; sin embargo, podemos decir que la exclusión modifica el comportamiento de los participantes y los lleva hacia el objetivo de interés como en el juego de Póker. Esto está relacionado con un término denominado gamificación, la cual tiende a influenciar al participante para el logro de premios, deduciendo la forma de ganar o aprendiendo cómo ganar en el juego, y su relación con la motivación intrínseca debido a la sensación de satisfacción que promueven los premios en el participante (69).

Y finalmente, la naturaleza fija y no monetaria de los incentivos son dos características que han probado ser eficientes influyendo en la motivación intrínseca del participante, debido a que provocan una percepción de reconocimiento, compromiso y valoración del esfuerzo (35,36,58,70–72). Por ejemplo, los incentivos fijos y no económicos, que se traducen en capacitaciones, días libres o reconocimiento público, suelen tener mayor

efecto en la motivación intrínseca a diferencia de los incentivos monetarios, los cuales, según varios autores, disminuyen o dañan la motivación intrínseca (36,67,73).

Podemos mencionar que en el estudio madre, las personas que conformaron el equipo de investigación, trataron de incentivar el objetivo dual sin éxito. En previos experimentos (44,45), donde los incentivos fueron, de naturaleza estocástica, con pesos distintos para los componentes, o monetarios, solo se obtuvo el logro de una sola dimensión, pero no de ambas. Estos resultados que contrastan con los de nuestro estudio, probablemente puedan ser explicado por varias razones; primero las estructuras poco claras de los incentivos, los valores o pesos desiguales de los componentes, la naturaleza estocástica y sobre todo la naturaleza monetaria de los incentivos; lo que según muchos autores (74) pueden tener un efecto contrario denominado “*crowd out*” o desplazamiento, y producir una disminución de la motivación intrínseca (36,67,70,73,75).

Sabemos que, si bien la investigación I es innovadora, y los hallazgos pueden ayudar a muchos sistemas de control vectorial, existen limitaciones que debemos mencionar. Por ejemplo, el corto periodo de tiempo del experimento por motivos prácticos, nos hace desconocer si los resultados serán los mismos en periodos de tiempo más largos (meses o años). Así mismo, sabemos que existe una gran heterogeneidad entre la productividad y sensibilidad entre los participantes y sus búsquedas, y debido al pequeño

tamaño de muestra del estudio madre podría hacer que la respuesta individual cambie de acuerdo al tipo de incentivo. Finalmente, no sabemos si la operacionalización de la variable “uso óptimo de mapas de riesgo” en dos dimensiones o componentes, uso de información de riesgo y a cobertura espacial, como indicadores del uso óptimo de mapas de riesgo de infestación y por lo tanto de una vigilancia eficaz, llevarán necesariamente a identificar más infestaciones.

Sin embargo, lo que sí podemos asegurar, que la dificultad de encontrar infestaciones, el trabajo rutinario y pesado, sin una recompensa clara, aunado con la dificultad de acceso y la jerarquía de las decisiones, hace que los instrumentos innovadores, como la gamificación, usar aplicativos móviles e incentivos para la promoción de la motivación intrínseca, pueden dar resultados positivos no solo en la vigilancia vectorial de la enfermedad de Chagas, sino de otras enfermedades transmitidas por vectores, que pasan por las mismas dificultades de índole logístico, y de bajas prevalencias, en ámbitos no solo urbanos sino también rurales.

3.8 CONCLUSIONES

- El incentivo “Póker” estuvo asociado positivamente con el “uso óptimo de mapas de riesgo” en las dimensiones “uso de información de riesgo” y “cobertura espacial”.

4 INVESTIGACIÓN 2: TRIATOMINOS EN EL NORTE DEL PERÚ, NIVELES DE INGRESO ECONÓMICO Y OTROS FACTORES ASOCIADOS EN ÁREAS URBANAS Y RURALES.

4.1 JUSTIFICACIÓN

La región Nor-Oriental del Marañón ha registrado información de triatomos y enfermedad de Chagas, desde hace más de cinco décadas (76), y se sabe que esta región alberga más de 16 vectores con potencial capacidad vectorial para el parásito *Trypanosoma cruzi* (20,21,77,78). Sin embargo, la información y los trabajos al respecto son limitados. Debemos mencionar por ejemplo, que los últimos estudios sobre el tema datan del 2010 al 2012, donde se encontró que en seis centros poblados rurales, al este de la provincia de Cutervo-Cajamarca (19), existía una prevalencia de enfermedad de Chagas de 14.5% en adultos y 40% en niños. Así mismo, el índice de infestación del vector encontrado, en este caso *Panstrongylus herreri (lignarius)*, alcanzó un 39.4%.

Desde ese último estudio, desarrollado hace ya casi 15 años, poco se ha investigado acerca de la enfermedad de Chagas, los vectores presentes, su dispersión o su probabilidad de domiciliación. Por lo tanto, creemos que es importante conocer dicha situación, debido a las particulares características geográficas, sociales y culturales de la región Nor Oriental del Marañón, en específico de la provincia de Cutervo-Cajamarca tanto el área urbana como el área rural.

Primero, debemos decir que la provincia de Cutervo, y sobre todo el único distrito urbano de la provincia, ha sufrido cambios importantes durante los últimos 15 años. El desarrollo agrícola, la minería, el comercio (79,80), la migración desde las zonas rurales y las mejoras en la infraestructura privada y estatal (81,82) han ocasionado cambios notorios en el ingreso económico de los hogares y la estructura de las viviendas. Se conoce, que esta clase de factores han propiciado en otras regiones y contextos urbanos, lo que denominamos: “urbanización de la enfermedad de Chagas” (12,83–86), lo que nos hace suponer que pueden existir las condiciones ideales para infestaciones en el distrito urbano de Cutervo. Además, la inexistencia de estudios y su importante cercanía con lugares de alta prevalencia, hacen que conocer la situación actual sea de importancia para la vigilancia vectorial de esta región.

En segundo lugar, el sistema de vigilancia vectorial, bajo la jurisdicción del programa de enfermedades metaxénicas y zoonóticas de la DISA Cutervo, está principalmente enfocado en enfermedades como el dengue, la malaria y leishmaniasis, principalmente en la parte rural. Por lo tanto, el presupuesto está dirigido en su mayoría a las emergencias relacionadas a estas enfermedades. La enfermedad de Chagas no tiene un interés, ni económico, ni político para las autoridades regionales. Actualmente, esto hace que el sistema de vigilancia de esta provincia para la enfermedad de Chagas, esté definido por la escasez de personal, dificultad en el acceso geográfico para las encuestas entomológicas, falta de capacitación en la enfermedad y sus vectores, y desconocimiento de parte de autoridades y pobladores.

Es por estas razones que nos propusimos investigar dos contextos en la provincia de Cutervo. En el contexto urbano, en el único distrito urbano de la provincia, especulamos que podían existir infestaciones domiciliarias por triatominos, y que el índice de infestación, debía ser diferencial entre los niveles de ingreso económico definido por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)(79), la hipótesis principal de la investigación II estuvo dirigida a responder esta pregunta.

Por otro lado, en el contexto rural, según lo informado por las autoridades de salud (comunicación personal), desde el 2018 se recibieron notificaciones de varios centros poblados rurales (CPR), que indicaban la presencia de triatominos. Sin embargo, estas notificaciones nunca fueron atendidas, y las autoridades desconocían la situación de las mismas. Al acercarnos a dichas localidades, se comprobó que efectivamente había infestaciones causadas por el triatomo *T. carrioni*. Entonces creímos oportuno tener una hipótesis secundaria para la investigación II, la cual estuvo dirigida a saber cuáles serán los factores asociados a dichas infestaciones. Aquí dirigimos nuestro esfuerzo a uno de los centros poblados rurales, el CPR Aullan, ubicado a media hora del distrito urbano de Cutervo. Aquí además de querer determinar los factores asociados, quisimos también determinar el índice de infestación, y otras variables de importancia como la distribución espacial de las infestaciones.

Entonces para responder la hipótesis principal y la hipótesis secundaria de la investigación II, aplicamos métodos relativamente innovadores. En la

parte urbana, usamos un método de muestreo denominado “adaptativo” (26,27,87), usado generalmente para incrementar la eficacia del muestreo en zonas de bajas prevalencias, como suponemos debía serlo el distrito urbano de Cutervo. Además, en ambos contextos (urbano y rural) usamos aplicativos móviles (29,31), en los cuales incorporamos mapas con geolocalización y formularios para el llenado de datos en tiempo real y lograr un mejor registro de la información. Creemos que los métodos innovadores, ayudarían a mejorar el sistema de control y vigilancia de enfermedades vectoriales de la zona; no solo en la obtención de los datos en campo en espacios geográficos difíciles, sino también ayudando a convertir el sistema de vigilancia en un sistema preventivo y no solo de respuesta ante emergencias, como lo ha sido hasta este momento.

4.2 PREGUNTA DE INVESTIGACION PRINCIPAL

¿El índice de infestación de vectores triatominos, en la zona urbana de la provincia de Cutervo, Cajamarca-Perú, será distinto en el nivel de ingreso económico bajo comparado con el nivel de ingreso económico alto, determinado por INEI?

4.3 HIPOTESIS PRINCIPAL

El índice de infestación de vectores triatominos, en la zona urbana de Cutervo, Cajamarca-Perú, es diferente en el nivel de ingreso económico bajo, comparado con el nivel de ingreso económico alto, determinado por INEI.

4.4 HIPOTESIS SECUNDARIAS

Factores ecológicos como presencia de árboles en el peridomicilio (platanales), epidemiológicos como la presencia y el tipo de animales, y si el propietario fumigaba, y factores sociales como los materiales presentes en la vivienda, la pertenencia a algún programa social, el número de personas que viven en la vivienda y el índice de hacinamiento, estarán asociados a la presencia de triatominos y al número de triatominos en la vivienda en el centro poblado rural Aullan, Cutervo-Cajamarca.

4.5 METODOLOGIA

4.5.1 Diseño

El diseño del estudio fue transversal, prospectivo y observacional, para la hipótesis principal y adecuamos un diseño de casos y controles para la hipótesis secundaria. Se realizaron encuestas entomológicas, previa firma de consentimiento informado (SIDISI 208732) para el ingreso del personal a cargo de las inspecciones, el cual realizó búsquedas manuales, con una duración aproximada de media a una hora por persona, por todas las zonas de la vivienda, intra y peri-domicilio.

4.5.2 Diseño muestral

4.5.2.1 Población

El segundo estudio fue llevado a cabo en la provincia de Cutervo, dentro de la jurisdicción de la Dirección de Salud de Cutervo, y la Microred de Salomón Vélchez, pertenecientes a la Dirección de Salud de la Región Cajamarca. Esta

provincia tiene una población de 162,686 habitantes, de los cuales 30,910 viven en la parte urbana, y 131,776 habitantes viven en la parte rural (88).

El marco muestral estuvo ubicado en el distrito de Cutervo, el cual está formado por un centro urbano y 130 centros poblados rurales. La población de estudio para la pregunta de investigación principal, se ubicó en la ciudad de Cutervo urbano, capital del distrito y para la hipótesis secundaria en el centro poblado rural Aúllan a 30 minutos del distrito urbano (Figura 8).

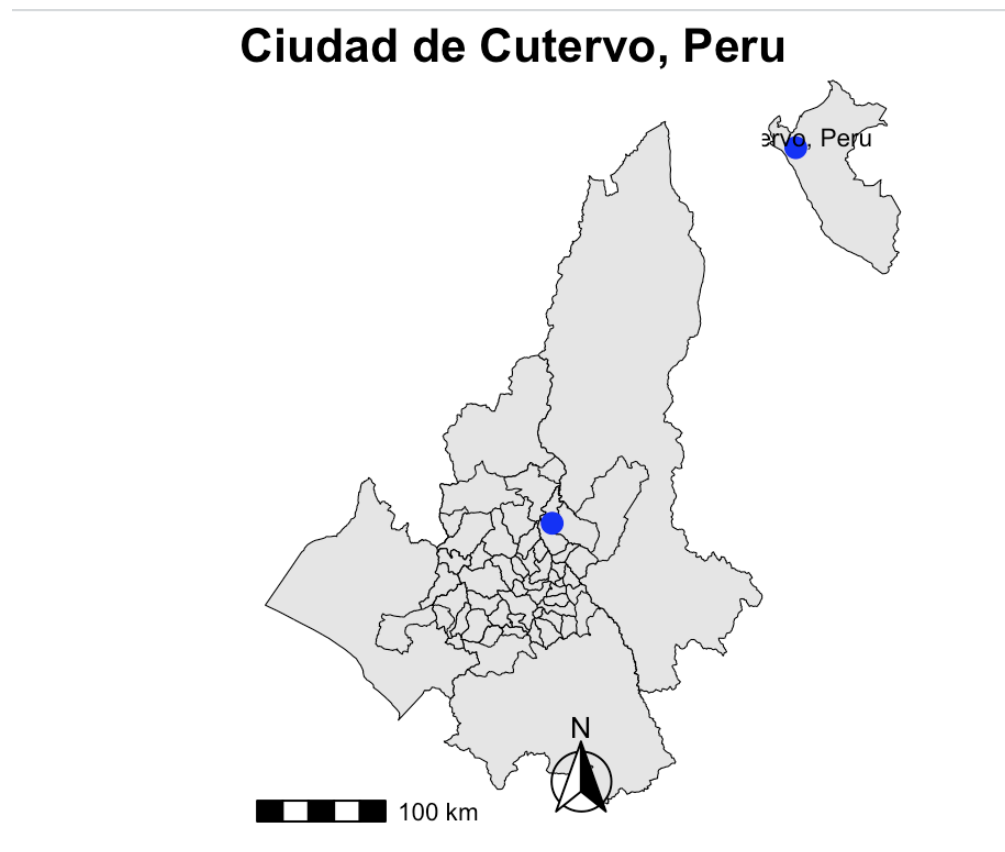


Figura 8. Muestra la ciudad de Cutervo-Cajamarca y su ubicación dentro del Perú. Aquí se desarrolló la Investigación II, en el distrito urbano de Cutervo para la hipótesis principal y el Centro Poblado Rural para la hipótesis secundaria. La investigación II, se llevó a cabo durante los meses de mayo a octubre del 2023.

La provincia de Cutervo posee registros de presencia de triatominos (19,77) y de enfermedad de Chagas, así como también existen informes que datan del año 2018, del Área de Epidemiología de la DISA Cutervo, donde se ha recibido notificaciones de 12 centros poblados rurales de probable existencia de vectores triatominos de distintas especies (comunicación personal); sin embargo, se desconoce la prevalencia, los factores asociados y los mecanismos que pudieran explicar el porqué de la presencia de estas infestaciones.

4.5.2.1.1 Criterios de inclusión

Se incluyeron las viviendas que en el momento de la inspección contaban con un adulto capaz de responder a la encuesta entomológica, permitir el ingreso en la vivienda y firmar el consentimiento para la búsqueda del vector triatomo.

4.5.2.1.2 Criterios de exclusión

Fueron excluidas del estudio las viviendas:

- Que resultaron cerradas o fueron renuentes al momento de la inspección y en las visitas de recuperación posterior.
- Con presencia única de adultos con discapacidades cognitivas, y sin la presencia de otro adulto al momento de la inspección.

4.5.3 Muestra y Muestreo

4.5.3.1 Tipo de muestreo

4.5.3.1.1 Muestreo urbano

Para la zona urbana se realizó un muestreo adaptativo, con el objetivo de capturar el índice de infestación por nivel de ingreso económico según INEI (79).

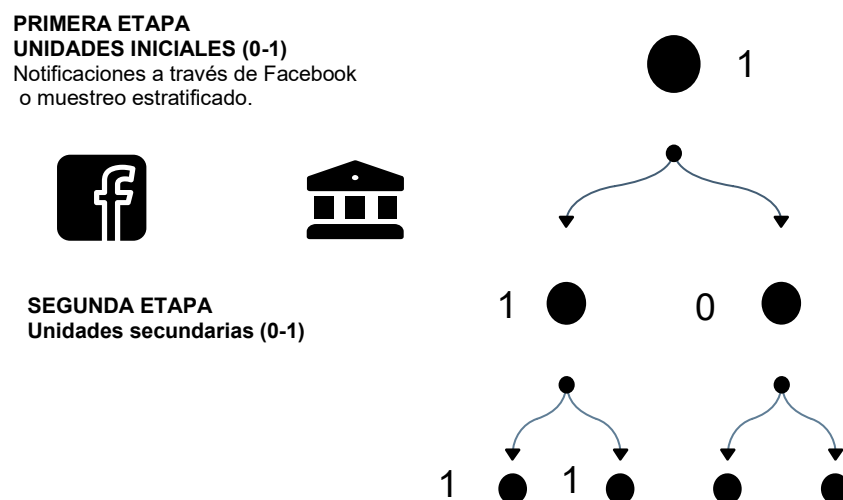


Figura 9. Diagrama que muestra las etapas del muestreo adaptativo, según lo realizado en el distrito urbano de Cutervo-Cajamarca (89) .

Aquí en la Figura 9, se muestra que la primera parte de la muestra, se da a través de unidades primarias, y se van adicionando las unidades secundarias que cumplan con el “outcome”, en este caso infestación con triatominos. En nuestro caso, probamos dos formas de encontrar “unidades primarias”. En nuestro primer intento, desplegamos una página de Facebook con “target” en la población mayor de 18 años del distrito urbano de Cutervo, durante tres meses de septiembre a diciembre del 2022. En esta página, el objetivo fue recibir notificaciones de la población, haciendo una campaña educativa o de información sobre la enfermedad de Chagas y el vector, así como el agente

etiológico, a través de videos informativos. Estos videos fueron lanzados a través de Facebook Adds (90), durante cien días en intervalos de diez días, sin embargo, el alcance no fue el esperado y no se obtuvo ninguna notificación de la población de la zona. Entonces ante el fracaso de los avisos de Facebook, realizamos un muestreo estratificado espacial, por niveles de ingreso económico, tomando en cuenta la naturaleza del vector y la variable independiente (los niveles de ingreso económico según INEI) (79). La segunda etapa del muestreo adaptativo no fue llevada a cabo, debido a que no hubo presencia de infestaciones y por lo tanto no hubo ninguna vivienda que pudiera ser usada como unidad primaria.

Para la primera ronda de viviendas obtuvimos una muestra de 285 viviendas por nivel de ingreso económico (570 viviendas). Siguiendo la metodología del muestreo adaptativo, se obtuvo 304 unidades primarias, debido a que existían 306 manzanas censales en la ciudad de Cutervo urbano, pero dos de ellas no existían en campo. Así, se obtuvo una vivienda por manzana censal, según el muestreo estratificado. Al no encontrar infestaciones, detuvimos las inspecciones después de visitar las 304 viviendas.

4.5.3.1.2 Muestreo rural

Para el muestreo en la zona rural, se escogió uno de los centros poblados rurales que presentaron notificaciones de triatominos, aquí se realizó un muestreo censal, es decir se visitaron las 198 viviendas del centro poblado rural Aullan.

4.5.4 Procedimientos del estudio

4.5.4.1 *Preparación*

Las gestiones para comenzar los estudios se llevaron a cabo, con el personal de la Dirección de Salud de Cutervo (DISA Cutervo), específicamente con las estrategias de Enfermedades Metaxénicas y Zoonóticas (28), Gestión Ambiental, Salud de las Personas, Promoción de la Salud y Comunicaciones, así como el área de Epidemiología, todas fueron realizadas desde el mes de mayo del año 2022, para informar del despliegue de las actividades de vigilancia entomológica. La campaña de ciencia ciudadana en la zona urbana a través de Facebook, para promover las notificaciones de parte de la población, fue realizada en coordinación y con el apoyo de todas las estrategias de la DISA.

Para poder llevar a cabo la investigación en la zona rural en el centro poblado de Aullan, además de coordinar con las autoridades antes mencionadas, se llevó a cabo reuniones de coordinación con las autoridades del poblado, entre ellos el personal del Puesto de Salud de Aullan, las rondas campesinas, que son organizaciones tradicionales de vigilancia de los poblados rurales del ande peruano, y que tienen una ascendencia importante en la realización de cualquier actividad social (91,92). También se coordinó con las madres pertenecientes a JUNTOS, el cual es un programa social de subsidios en todos los centros poblados rurales de pobreza extrema, y que también tiene una gran capacidad de convocatoria para cualquier actividad social (93).

Para la realización de inspecciones entomológicas, en la zona urbana y rural, se contrató y capacitó a personas interesadas dentro de la ciudad de Cutervo. Estas fueron entrenadas por un periodo de tres semanas, en búsquedas entomológicas, ética para la investigación, la aplicación de consentimientos informados, manejo y uso de información, toma de encuestas y uso del aplicativo para el ingreso de información.

Para el trabajo de gabinete y la visualización de los mapas a nivel de viviendas en la parte urbana y rural en el aplicativo, se realizaron los siguientes procedimientos:

A) Zona Urbana (distrito de Cutervo): Se realizó la extracción de coordenadas y localización geográfica desde los mapas de catastro en formato Autocad proporcionados por COFOPRI, usando el software QGIS (94). Se asignó a cada vivienda un identificador geográfico, por distrito, localidad o poblado. Todas las bases de datos fueron unidas y analizadas usando el software R (95)

Zona Rural (CPR Aullan): Usamos como base los mapas proporcionados por el personal del Centro de Salud, para ubicar las viviendas. Además, se tomaron en cuenta los registros de notificaciones de los pobladores a las autoridades de salud del poblado. Con estos mapas y usando Google Earth geolocalizamos las viviendas y asignamos un identificador geográfico, basados en la ubicación del centro poblado y su distribución política en el distrito de Cutervo.

Estos procedimientos en la zona urbana y rural, se realizaron para visualizar las viviendas y sus formularios georreferenciados dentro del aplicativo móvil denominado Neo Vigilancia Integrada Cajamarca, versión adaptada de Vector Point (47), pero solo con visualización de mapas y formularios.

4.5.4.2 Tamizaje y enrolamiento

4.5.4.3 Recolección de datos

4.5.4.3.1 Nivel de Ingreso Económico Distrito Urbano

Para identificar los niveles de ingreso económico de las viviendas en la parte urbana, se usaron los mapas de ingreso económico descritos por el INEI (79) (ver Anexo 6), los cuales asignan a cada manzana (polígono) dentro de la Ciudad de Cutervo un nivel de ingreso económico. Todos estos polígonos fueron convertidos a formato KML (Keyhole Markup Language). Esto fue validado con las respectivas autoridades de salud, en recorridos a través de la ciudad.

4.5.4.3.2 Instrumento de recolección de datos: encuesta entomológica en aplicativo móvil (urbano y rural)

En ambas zonas, urbana y rural, se usó el mismo instrumento (encuesta entomológica), donde se recolectó una serie de variables relacionados a la presencia o ausencia de triatominos, según conocimientos previos. Este instrumento estuvo implementado dentro de un aplicativo de tipo nativo, para su uso en celulares (ver Anexo 2). El aplicativo nativo denominado NVI Cajamarca, es una réplica en estructura del aplicativo usado en la ciudad de Arequipa, y que ha sido probado, testeado y mejorado desde el año 2017, y que es usado actualmente por el programa de Enfermedades Metaxénicas y

Zoonóticas en la Gerencia Regional de Salud de Arequipa para la vigilancia vectorial de la enfermedad de Chagas.

4.5.4.3.3 Muestras biológicas

Las muestras colectadas fueron de insectos triatominos solamente, no hubo muestras humanas recolectadas en este trabajo. Las muestras de insectos triatominos pertenecieron solo a la zona rural, debido a que en la zona urbana no hubo ningún hallazgo. Los insectos fueron capturados según la metodología de inspección entomológica hora/persona (96), la cual implica una búsqueda manual y visual por todos los ambientes correspondientes al interior y exterior del domicilio (96). En este procedimiento se revisa visualmente paredes, techos, acumulaciones de materiales de desecho, corrales exteriores o interiores con el objetivo de encontrar alguna huella característica de triatominos como, por ejemplo: rastros fecales, exuvias desechadas del desarrollo de ninfas, y/o insectos vivos o muertos de todos los estadios.

4.5.4.3.4 Procesamiento de muestras biológicas

Las muestras biológicas que se recolectaron, se etiquetaron debidamente por ambiente y con el código de vivienda, y fueron enviadas al laboratorio, para la identificación del sexo, estadio y la presencia de *Trypanosoma cruzi*, mediante el método descrito por Chuit et al., (96). El método está basado en la observación de heces del triatomo por personal experimentado, usando una gota de suero fisiológico, en una lámina portaobjeto, en aumento de 40x

o 100x. Se revisa campo a campo la existencia de parásitos y al finalizar la revisión en el microscopio, los insectos se guardaron en alcohol de 70% en crioviales, para posteriores análisis e investigaciones.

4.5.4.4 Supervisión y monitoreo de actividades

Las actividades de campo, gabinete y laboratorio, fueron supervisadas por personal especializado pertenecientes al grupo de investigación. De la misma forma, el ingreso de los datos diarios también fue supervisado por personal especializado perteneciente al equipo técnico del grupo de investigación.

4.5.5 Variables del estudio

4.5.5.1 Variable independiente y co-variable principal independiente

Variable dependiente para hipótesis principal

Variable dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Tipo y escala de medición
Índice de infestación por nivel de ingreso económico según INEI	Número de viviendas infestadas en los estratos de ingreso económico. medidas en porcentaje, calculado como el de viviendas infestadas entre el número de viviendas	Medida a través del registro de viviendas positivas en el aplicativo.	0-100	Numérica continua

	inspeccionadas en el estrato.			
--	-------------------------------	--	--	--

Variable independiente para la hipótesis principal

Variable independiente principal	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Tipo y escala de medición
Nivel de ingreso económico por manzana censal	Nivel de ingreso económico definido por INEI en la encuesta censal del año 2017. Este ha sido calculado a través de la metodología de “bootstraping”. Aquí se asume que todas las viviendas pertenecientes a esa manzana tendrán el mismo nivel de ingreso (79). Esta clasificación solo está hecha para los distritos urbanos del Perú.	Medido a nivel de manzana censal. Pero se asume que todas las viviendas pertenecientes a una manzana serán clasificadas como pertenecientes a este nivel de ingreso económico	Alto ≥1329, 5 soles Bajo ≤545.5 soles	Categórica nominal

Variables dependientes para la hipótesis secundaria

Variable dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Tipo y escala de medición
----------------------	-----------------------	------------------------	-------------	---------------------------

Infestación domiciliaria de <i>T. carrioni</i>	Vivienda infestada con triatomos en cualquier ambiente de la vivienda, peri e intra domicilio.	Medida mediante el registro de infestación en el aplicativo móvil, durante la inspección mediante el método hora/persona.	0: sin presencia de triatomos 1: al menos con un triatomo en la vivienda	Categórica binomial
Número de insectos triatomos	Numero de insectos triatomos capturados por vivienda en cualquiera de sus ambientes, peri o intra domicilio	Medido por el conteo de insectos realizado durante la revisión y clasificación en laboratorio, de todos los triatomos pertenecientes a una sola vivienda e ingresado al aplicativo.	Números del 1-1000	Numérica discreta
Presencia de Infección con <i>T. cruzi</i>	Infección con parásito de al menos un insecto capturado en la vivienda.	Medido por la inspección visual en laboratorio posterior a la captura.	1: presencia de <i>T. cruzi</i> 0: ausencia de <i>T. cruzi</i>	Numérica discreta

1.1.1.1. Co-variables o factores asociados

Otras variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Tipo y escala de medición
Vivienda fumigada por el dueño	Información sobre si en la vivienda fue fumigada con cualquier tipo de insecticida desde insecticidas comerciales hasta	Medido a través del cuestionario realizado a la persona presente en ese momento en la vivienda y corroborado por los	0: No fue fumigada 1: Sí fue fumigada 2: No sabe/ no hay información	Categórica nominal

	rociados realizados por la DISA Cutervo	datos de la DISA Cutervo		
Tipo de ambientes presentes en la vivienda	Clasificación de ambientes presentes en la vivienda, determinados de acuerdo a la experiencia en la ciudad de Arequipa en ambientes intra o peri domicilio	Registrados en el aplicativo en el momento de la encuesta entomológica, y de acuerdo a criterios determinados en la ciudad de Arequipa	1: Intra 2: Peri	Categórica nominal
Número de personas que habitan la vivienda	Número de habitantes que duermen durante toda la semana en la vivienda	Registrados en el momento de la encuesta entomológica	Números del 1-20	Numérica discreta
Presencia de madera	Presencia de Madera en alguna parte de la vivienda sea, paredes, techos o pisos.	Registrados por la encuesta entomológica, de acuerdo a la clasificación adecuada según el lugar geográfico donde se realizó la encuesta entomológica.	1 presencia 0 ausencia	Categórica nominal
Presencia de material noble	Presencia de construcción estucada en alguna parte de la vivienda sea, paredes, techos o pisos, sea en el intra o peri.	Registrados por la encuesta entomológica, de acuerdo a la clasificación adecuada según el lugar geográfico donde se realizó la encuesta entomológica.	1 presencia 0 ausencia	Categórica nominal
Presencia de piedras pircada	Presencia de piedras amontonadas en alguna parte de la vivienda sea, paredes, techos o pisos, sea en el intra o peri.	Registrados por la encuesta entomológica, de acuerdo a la clasificación adecuada según el	1 presencia 0 ausencia	Categórica nominal

		lugar geográfico donde se realizó la encuesta entomológica.		
Presencia de carrizo	Presencia de carrizo o caña como material de construcción o desecho en alguna parte de la vivienda sea, paredes, techos o pisos, sea en el intra o peri.	Registrados por la encuesta entomológica, de acuerdo a la clasificación adecuada según el lugar geográfico donde se realizó la encuesta entomológica.	1 presencia 0 ausencia	Categórica nominal
Presencia de Drywall	Presencia de drywall como material de construcción o desecho en alguna parte de la vivienda sea, paredes, techos o pisos, sea en el intra o peri.	Registrados por la encuesta entomológica, de acuerdo a la clasificación adecuada según el lugar geográfico donde se realizó la encuesta entomológica.	1 presencia 0 ausencia	Categórica nominal
Presencia de tejas	Presencia de tejas como material de construcción o desecho en alguna parte de la vivienda sea, paredes, techos o pisos, sea en el intra o peri.	Registrados por la encuesta entomológica, de acuerdo a la clasificación adecuada según el lugar geográfico donde se realizó la encuesta entomológica.	1 presencia 0 ausencia	Categórica nominal
Presencia de ladrillo noble.	Presencia ladrillos pegados con cemento, pero sin estuque en alguna parte de la vivienda sea, paredes, techos o pisos, sea en el intra o peri.	Registrados por la encuesta entomológica, de acuerdo a la clasificación adecuada según el lugar geográfico donde se realizó la	1 presencia 0 ausencia	Categórica nominal

		encuesta entomológica.		
Presencia de plástico.	Presencia de plástico, como material de construcción o desecho en alguna parte de la vivienda sea, paredes, techos o pisos, sea en el intra o peri.	Registrados por la encuesta entomológica, de acuerdo a la clasificación adecuada según el lugar geográfico donde se realizó la encuesta entomológica.	1 presencia 0 ausencia	Categórica nominal
Índice de hacinamiento	Es la razón entre el número de personas que habitan una vivienda y el número de habitaciones o ambientes presentes en la misma (97)	Se obtiene de la división entre el # de habitantes y #habitaciones	0: Sin hacinamiento 2.4 a 4.9: hacinamiento medio >5.0: hacinamiento crítico.	Numérica continua
Presencia de cultivos (platanales)	Se determina como la presencia o ausencia de cultivos alrededor de los 15 metros de la vivienda en el peri domicilio.	Se mide como la ausencia o presencia de los cultivos determinada por la inspección visual alrededor de la vivienda.	0: ausencia de platanales 1: presencia de platanales	Categórica binomial
Presencia de aves	Presencia de aves domésticas (pollos)	Medido por la pregunta hecha al dueño de domicilio y constatado por la inspección visual del inspector	Ausencia: 0 Presencia: 1	Categórica binomial
Presencia de perros	Presencia de perros en la vivienda	Medido por la pregunta hecha al dueño de domicilio y constatado por la inspección visual del inspector	Ausencia: 0 Presencia: 1	Categórica binomial

Presencia de gatos	Presencia de gatos en la vivienda.	Medido por la pregunta hecha al dueño de domicilio y constatado por la inspección visual del inspector	Ausencia: 0 Presencia: 1	Categórica binomial
Presencia de cuyes	Presencia de cuyes en la vivienda	Medido por la pregunta hecha al dueño de domicilio y constatado por la inspección visual del inspector	Ausencia: 0 Presencia: 1	Categórica binomial
Pertenencia al programa Juntos	Participación de la familia perteneciente a la vivienda en el programa JUNTOS	Fue medido por un “surrogate” denominado “presencia de niños menores de 15 años”	Participación: 1 No participación: 0	Categórica binomial

4.5.6 Procesamiento y análisis estadístico

Todos los análisis para la zona urbana y la zona rural fueron realizados con el software libre R (95).

4.5.6.1 *Procesamiento y análisis estadístico ZONA URBANA*

Para la zona urbana se realizó la visualización de manzanas, puntos y niveles de ingreso económico. Además, se realizó un análisis descriptivo de los resultados usando frecuencias, de acuerdo al estatus final de la vivienda (inspeccionadas, cerradas, renuentes), esto debido a que no se encontraron infestaciones. Para poder detectar el índice de infestación, que éramos capaces de detectar bajo un panorama de cero encuentros después de 304 visitas, ejecutamos un intervalo de confianza binomial para 0 éxitos de 304 intentos. Y el límite superior de ese intervalo de confianza fue el

índice de infestación que con una confianza del 95% estuvimos seguros de detectar (98).

4.5.6.2 *Procesamiento y análisis estadístico ZONA RURAL*

Para el análisis exploratorio de las variables categóricas y numéricas en la parte rural, usamos valores de frecuencias relativas, porcentajes y medidas de tendencia central (media o mediana) y dispersión (rango intercuartil o desviación estándar), respectivamente. Se realizó un análisis descriptivo también para la estructura poblacional de *T. carrioni*, por tipo de ambiente (intra y peri).

Para el análisis bivariado y multivariado, analizamos dos “outcomes”: presencia de triatominos y numero de triatominos, todo a nivel de vivienda. Previamente al análisis bivariado se hizo un análisis de normalidad (Shapiro Wilk) (99) y una revisión de cumplimiento de supuestos para el uso adecuado de las pruebas estadísticas.

En el análisis bivariado usamos un análisis de Chi cuadrado (X^2), para las variables categóricas, si se cumplían los supuestos y en su defecto se suso un test de Fisher y se realizó un análisis de Wilcoxon o Kruskal-Wallis Test para las variables ordinales o continuas, dependiendo del cumplimiento de supuestos. Tomamos un enfoque exploratorio para la consideración de los factores que pudiesen estar relacionados con dicho “outcome”, por lo tanto, para el análisis multivariado incluimos solo las variables que en el análisis bivariado tuvieron valores de $p \leq 0.2$. Para los análisis multivariados realizamos una regresión logística GLM con familia binomial y link (logit), respetando la naturaleza de la variable “outcome”. Y para el segundo

outcome usamos regresión binomial negativa, para los análisis univariados y multivariados, dada la sobre dispersión de la variable.

También evaluamos si existía colinealidad o correlación, entre los factores asociados. Las variables índices de hacinamiento, total de personas que vivían en la vivienda y si la familia pertenecía al programa JUNTOS (el cual fue obtenido usando el número de niños menores de 14 años en la vivienda), presentaron colinealidad. Por lo tanto, solo se mantuvo la variable “pertenecer al programa JUNTOS” en el análisis parsimonioso.

Para el modelo parsimonioso, usamos la metodología de “step forward”, (100) y usamos el criterio AIC (Akaike Information Criterion) para elegir el modelo parsimonioso final. Para el modelo parsimonioso tomamos en cuenta todas las variables descritas en la operacionalización de variables.

Adicionalmente realizamos un análisis espacial para determinar si había algún agrupamiento de las infestaciones, para esto usamos la función K de Ripley (101), donde usamos las viviendas infestadas como casos y las no infestadas como controles, se midió el agrupamiento espacial en ambos grupos, en distancias desde los 0 hasta los 1000 metros.

4.5.7 Cálculo de muestra

4.5.7.1 *Cálculo de muestra para la zona urbana*

Para el cálculo de potencia estadística, usamos el software Epidat (102) para el muestreo estratificado por el nivel de ingreso económico según INEI por nivel de cuadra. Al no tener información precisa de la prevalencia en las zonas urbanas de la ciudad de Cajamarca, y considerando lo conocido en otros ambientes rurales y urbanos (13, 86–88), fuimos conservadores en la

estimación de la prevalencia de infestaciones, por lo que esperábamos que la prevalencia en los niveles más bajos de ingreso económico por cuadra sería del 5% y en los estratos de ingreso económico alto sería del 1%. Al realizar los cálculos con un nivel de confianza del 95% y con una potencia del 80% para rechazar la hipótesis nula, consideramos un tamaño de muestra de 570 viviendas, en la zona urbana de la ciudad de Cutervo. Sin embargo, ante la alta probabilidad de no encontrar infestaciones, pusimos una condición de detenimiento a las 200 visitas. Debemos tener en cuenta que esto pudiera habernos llevado a un sesgo al modificar los intervalos de confianza. Sin embargo, se realizó un cálculo de intervalo de confianza nominal con cero éxitos para 304 visitas (que fueron las visitas reales) y podemos afirmar que al 95% de nivel de confianza, el índice de infestación real es menor a 1.84%.

[1] Tamaños de muestra. Comparación de proporciones independientes:

Datos:

Proporción esperada en:	
Población 1:	5,000%
Población 2:	1,000%
Razón entre tamaños muestrales:	1,00
Nivel de confianza:	95,0%

Resultados:

Potencia (%)	Tamaño de la muestra*		
	Población 1	Población 2	Total
80,0	285	285	570

*Tamaños de muestra para aplicar el test χ^2 sin corrección por continuidad.

4.5.7.2 Cálculo de muestra para la zona rural

Se realizó el cálculo de muestra para el índice de infestación, en el centro poblado rural de Aullan. Aquí fuimos conservadores y tomamos como índice de infestación de referencia un 40% basado en Alroy et al., (19). Tomando en cuenta una precisión de 1% se tuvo un cálculo de potencia de 80%, visitando las 198 viviendas del poblado.

[2] Tamaños de muestra. Proporción:

Datos:

Tamaño de la población:	198
Proporción esperada:	40,000%
Nivel de confianza:	95,0%
Efecto de diseño:	1,0

Resultados:

Precisión (%)	Tamaño de la muestra
1,000	194
5,000	129

|

Para el cálculo de muestra para la hipótesis secundaria de factores asociados, se adaptó un diseño de casos y controles. Se usó como factor, la presencia de cuyes en la vivienda, tomando las proporciones de un 20% y un 50% respectivamente, tomados ambos del estudio de Alroy et al., 2014 (19). Se asumió la proporción de tres controles por cada caso. Entonces debíamos de inspeccionar 108 viviendas, para obtener 81 controles y 27 casos, para una potencia de 80%. En la realidad, se inspeccionaron 146 viviendas, se encontraron 39 viviendas infestadas (casos) y 107 viviendas no infestadas (controles), con lo cual cumplimos con la potencia del 80%, para rechazar la hipótesis nula.

[5] Tamaños de muestra. Estudios de casos y controles. Grupos independientes:

Datos:

Proporción de casos expuestos:	20,000%
Proporción de controles expuestos:	50,000%
Odds ratio a detectar:	0,250
Número de controles por caso:	3
Nivel de confianza:	95,0%

Resultados:

Potencia (%)	Tamaño de la muestra*		
	Casos	Controles	Total
80,0	27	81	108

*Tamaños de muestra para aplicar el test χ^2 sin corrección por continuidad.

4.6 RESULTADOS

4.6.1 Características de la población estudiada zona Urbana (HIPÓTESIS PRINCIPAL)

Se visitaron las 306 manzanas del distrito urbano de Cutervo, y se muestreo 304 viviendas, una vivienda por manzana censal. De estas viviendas se inspeccionaron 116 viviendas, 168 estuvieron cerradas al momento de la visita y 20 viviendas fueron renuentes y no desearon ninguna interacción con el personal (Figura 7). No se encontró ningún tipo de rastro o huella, ni insectos triatominos, en ninguna de las viviendas inspeccionadas.

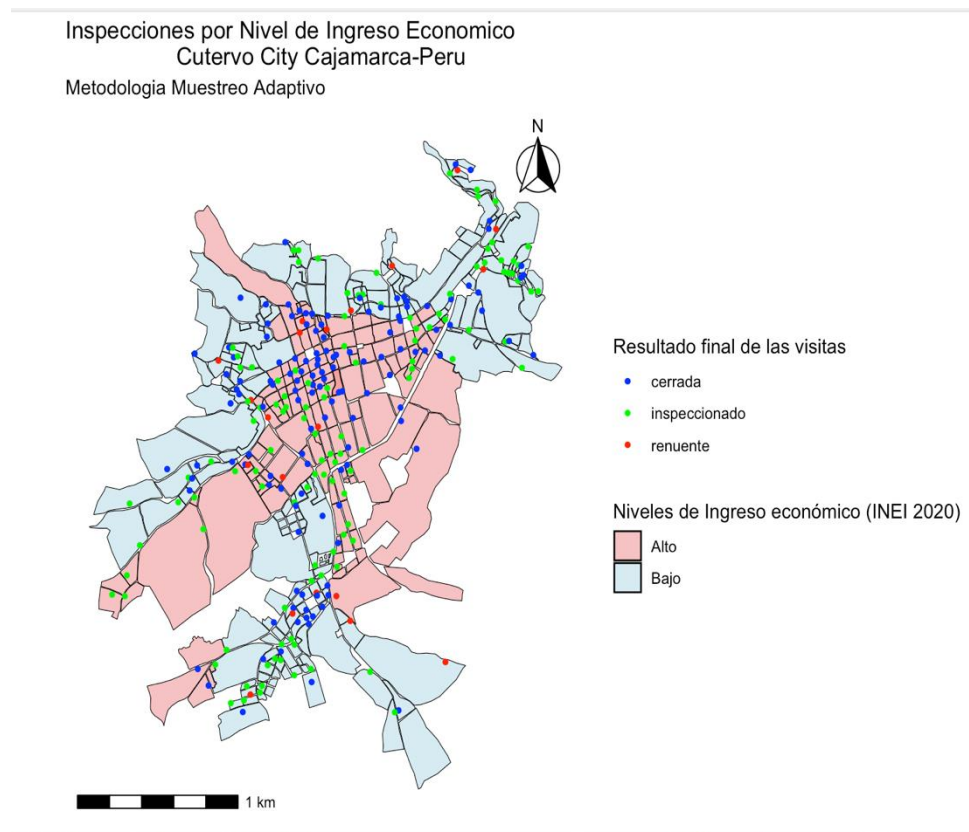


Fig. 10. Muestreo adaptativo en la ciudad de Cutervo-Cajamarca. Los colores de los polígonos indican el nivel de ingreso económico según INEI (79). Las viviendas visitadas se clasificaron en inspeccionadas (n=116) de color verde (aquellas donde se pudo realizar búsquedas entomológicas), viviendas cerradas (n=168) de color azul (nadie atendió al personal), y finalmente renuentes (n=20) de color rojo, las cuales no entablaron ninguna interacción con el personal.

4.6.2 Características de las viviendas inspeccionadas en el Centro Poblado Rural Aullan, Cutervo-Cajamarca (HIPÓTESIS SECUNDARIA)

Durante los meses de agosto a octubre del 2023, visitamos 198 viviendas del poblado, de las cuales inspeccionamos 145 (entre habitadas y deshabitadas), 50 estuvieron cerradas y tres viviendas fueron renuentes.

En la tabla 6, podemos ver las características de las viviendas inspeccionadas, y los factores ecológicos, sociales y epidemiológicos. 38 (26%) viviendas estuvieron infestadas con *T. carrioni* y nueve de ellas (6.2%), presentaron al menos algún triatomino infectado con *T. cruzi*.

Dentro de los factores ecológicos, 82 (57%) de las viviendas presentaron platanales alrededor de los 15 metros del peri domicilio. Refiriéndonos a los factores sociales, observamos que 47% pertenecía al programa JUNTOS (104). Finalmente, en cuanto a los factores epidemiológicos, observamos que el 60% tuvo presencia de aves, 57% de las viviendas tuvo la presencia de cuyes en el momento de la inspección, 54% presencia de perros, y un 43% tuvieron presencia de gatos. Solo el 26% de las viviendas fue fumigada por el dueño con cualquier insecticida comercial, desde insecticidas comerciales domésticos hasta insecticidas para uso agrícola, principalmente usados en el cultivo de papa.

Tabla 6: Características de las Viviendas Inspeccionadas en el Centro Poblado Rural Aullan, Cutervo-Cajamarca

Características	N = 144 %
Viviendas infestadas con <i>T. carrioni</i>	38 (26)
Viviendas con algún insecto con <i>T. cruzi</i>	9 (6.2)
Número de triatomíneos por vivienda.	1.41(3.84) ¹
Factores ecológicos	
Presencia de platanales en la vivienda	82 (57)
Factores sociales	
Vivienda pertenece al Programa Juntos	47 (33)
Número total de personas en la vivienda	2 (0,3) ²
Índice de hacinamiento	1.42 (0.00,3.00) ²
Materiales presentes en la vivienda	
Adobe	141(98)
Bloqueta Noble	3(2.1)
Calamina	118(82)
Drywall	1(0.7)
Tejas	23(16)
Ladrillo noble	2(1.4)
Madera	91(63)
Carrizo	21(15)
Material noble	91(63)
Piedra noble	22(15)
Piedra pircada	10(6.9)
Plástico	30(21)
Tela	4(2.8)
Cartón	1(0.7)
Factores epidemiológicos	
Presencia y tipo de animales	
Presencia de Aves en la vivienda	87(60)
Presencia de Cuyes en la vivienda	83 (57)
Presencia de Perros en la vivienda	79 (54)
Presencia de gatos en la vivienda	63 (43)
Fumigada por el dueño*	
No	106 (73)
Sí	38 (26)

¹Promedio (DE)

² mediana (Q25, Q75)

* Se eliminó una vivienda que reportó no saber si se fumigaba.

4.6.3 Estructura de la población de *T. carrioni* según tipo de ambiente infestado (intra y peri-doméstico)

En la Tabla 7, podemos ver el análisis descriptivo de la estructura poblacional de *T. carrioni*, según el tipo de ambiente infestado. Vemos que la proporción de machos, hembras y ninfas capturadas, fue superior en los ambientes intradomicilio (85%), en comparación a los ambientes

peridomicilio (15%). La proporción de machos capturados en el intradomicilio fue de 41% en comparación con las hembras, las cuales llegaron solamente a un 18%, lo que contrasta con la estructura de los ambientes peridomicilio, donde las hembras tuvieron una proporción de 48%, y los machos solamente tuvieron una proporción del 20%.

Tabla 7. Estructura poblacional de <i>T. carrioni</i> según tipo de ambiente (intra y peridomicilio), en el Centro Poblado Rural Aullan, Cutervo-Cajamarca.														
Nro. de Insectos capturados	INTRADOMICILIO							PERIDOMICILIO						
	ADULTOS		NINFAS				TOTAL (%)	ADULTOS		NINFAS				TOTAL (%)
	M	H	V	IV	III	II		M	H	V	IV	III	II	
<i>T.carrioni</i>	72	33	33	14	11	2	175 (85%)	6	14	6	1	0	2	29 (15%)

4.6.4 Análisis bivariado entre la infestación con *T. carrioni* y sus factores asociados a nivel de vivienda.

En los análisis bivariados encontramos asociación significativa entre la presencia de *T. carrioni*, y la presencia de aves en la vivienda (Fisher test, $p=0.011$). Así mismo, encontramos asociación solo para la madera presente en la vivienda como material de construcción y la presencia de *T. carrioni* (Fisher test, $p=0.010$) (Tabla 8).

Tabla 8: Características de las viviendas inspeccionadas en el Centro Poblado Rural Aullan, Cutervo-Cajamarca, de acuerdo a la infestación domiciliaria con <i>T. carrioni</i> (n=144)			
	Infestación con <i>T. carrioni</i>		p-value
	No (n = 107) n (%)	Si (n = 37) n (%)	
Factores ecológicos			
Presencia de platanales			
Ausente	51 (48)	12 (32)	0.13
Presente	56 (52)	25 (68)	
Factores sociales			
Pertenencia a programa social			0.5
No pertenece	74 (69)	23 (62)	
Pertenece	33 (31)	14 (38)	
Fumigado por el dueño			0.7
Ausente	80 (75)	26 (70)	
Presente	27 (25)	11 (30)	

Tabla 8: Características de las viviendas inspeccionadas en el Centro Poblado Rural Aullan, Cutervo-Cajamarca, de acuerdo a la infestación domiciliaria con *T. carrioni* (n=144)

	Infestación con <i>T. carrioni</i>		p-value
	No (n = 107) n (%)	Si (n = 37) n (%)	
Cantidad de personas que viven en la vivienda	2 (0, 3)	2 (1, 4)	0.12
Índice de Hacinamiento	1.00 (0.00, 3.00)	1.50 (1.00, 3.00)	0.3
Factores epidemiológicos			
Presencia de animales en la vivienda			
Cuyes			0.3
Ausente	49 (46)	13 (35)	0.011
Presente	58 (54)	24 (65)	
Aves			0.2
Ausente	50 (47)	8 (22)	
Presente	57 (53)	29 (78)	0.6
Perros			
Ausente	52 (49)	13 (35)	0.6
Presente	55 (51)	24 (65)	
Gatos			0.12
Ausente	62 (58)	19 (51)	
Presente	45 (42)	18 (49)	
Materiales presentes en la vivienda			
Tejas			0.010
Ausente	93 (87)	28 (76)	0.4
Presente	14 (13)	9 (24)	
Madera			0.8
Ausente	46 (43)	7 (19)	
Presente	61 (57)	30 (81)	0.3
Carrizo			
Ausente	93 (87)	30 (81)	0.8
Presente	14 (13)	7 (19)	
Material noble (estucado)			0.3
Ausente	40 (37)	13 (35)	
Presente	67 (63)	24 (65)	0.3
Piedra noble			
Ausente	91 (85)	31 (84)	0.3
Presente	16 (15)	6 (16)	
Plástico			0.3
Ausente	87 (81)	27 (73)	
Presente	20 (19)	10 (27)	
Fisher test.			
Test Kruskal Walllis			

4.6.5 Análisis de regresión logística bivariado, multivariado y modelo parsimonioso para la presencia de *T. carrioni* a nivel de vivienda

El análisis bivariado de regresión logística, para la presencia de *T. carrioni*, mostró que los principales factores asociados fueron la presencia de aves en la vivienda (OR 3.19, CI 95% (1.38-8.04), p=0.09) y la presencia de madera (OR 3.23 CI 95% (1.37 – 8.59), p=0.011).

En el análisis multivariado, la presencia de aves en la vivienda perdió significancia en su asociación a la presencia de *T. carrioni*, pero mantuvo la fuerza de la asociación, (OR 2.73, CI 95% (0.92– 8,71) p=0.077). Por otro lado, se añadió que materiales como las tejas estaban asociados a la presencia de *T. carrioni* (OR 3.39, CI95% 1.15 –10.2) p=0.027) y reafirmó la madera presente en la vivienda (OR 2.87, CI 95% (1.14-8.07) p=0.032) en su asociación significativa con la presencia de *T. carrioni*.

Tabla 9: Factores asociados a la presencia de *T. carrioni* en el Centro Poblado Rural Aullan, Cutervo-Cajamarca, 2023 (n=144)

<i>Factores asociados</i>	<i>Análisis univariado Regresión logística</i>			<i>Análisis multivariado Regresión logística</i>		
	<i>OR</i>	<i>IC 95%</i>	<i>p</i>	<i>OR ajustado *</i>	<i>IC 95%</i>	<i>p</i>
Factores ecológicos						
Platanales						
Ausente	Ref.			Ref.		
Presente	1.90	0.88 – 4.28	0.11	1.63	0.69 – 4.07	0.333
Factores sociales						
Número de personas durmiendo en la vivienda	1.19	0.96 – 1.49	0.113	1.00	0.75- 1.31	>0.9
Factores epidemiológicos						
Animales presentes en la vivienda						
Presencia de perros						
Ausente	Ref.			Ref.		
Presente	1.75	0.81 – 3.87	0.158	1.05	0.38 – 3.01	>0.919
Presencia de aves						
Ausente	Ref.			Ref.		
Presente	3.18	1.38 – 8.04	0.009	2.73	0.92– 8,71	0.077
Materiales presentes en la vivienda						
Tejas						
Ausente	Ref.			Ref.		

Presente	2.14	0.81-5.41	0.11	3.39	1.15 –10.2	0.027
Madera						
Ausente	Ref.			Ref.		
Presente	3.23	1.37 – 8.59	0.011	2.87	1.14-8.07	0.032

Observaciones 144

R² Tjur 0.102

*Ajustado por presencia de cultivos, presencia de perros, presencia de aves, presencia de tejas y presencia de madera.

El modelo parsimonioso (Tabla 10), sin embargo, reafirmó que la presencia de aves (OR 3.16, IC 95% (1.27-8.28), p=0.017) y la presencia de materiales como la madera (OR 2.96, IC 95% (1.19-8.17), p=0.026) y las tejas (OR 3.04 IC95% (1.07-8.73), p=0.035), estuvieron asociadas a la presencia de *T. carrioni*.

Tabla 10. Modelo Parsimonioso de factores asociados a la presencia de *T. carrioni* a nivel de vivienda en el Centro Poblado Rural Aullan, Cutervo-Cajamarca. (n=144)

Factor	Análisis bivariado			Modelo Parsimonico Regresión logística		
	OR	IC 95%	p	OR	IC 95%	p
Animales presentes en la vivienda						
Aves						
Ausente	Ref.			Ref.		
Presente	3.15	1.26-8.74	0.011*	3.16	1.27- 8.28	0.017
Materiales presentes en la vivienda						
Madera						
Ausente	Ref.			Ref.		
Presente	3.21	1.24-9.43	0.010*	2.94	(1.19-8.17)	0.026
Tejas						
Ausente	Ref.			Ref.		
Presente	2.12	0.72-5.94	0.12	3.04	1.07-8.73)	0.035

4.6.6 *Análisis univariado, multivariado y modelo parsimonioso para el número de individuos de *T. carrioni* a nivel de vivienda.*

Debido a la sobre dispersión de la variable dependiente “número de individuos de *T. carrioni*”, usamos una regresión binomial negativa para los análisis univariados, multivariados y para el modelo parsimonioso. Solo se incorporaron al modelo multivariado las variables que tuvieron un $p \leq 0.2$ en el análisis univariado. En el análisis univariado (Tabla 11), para el “outcome” número de individuos de *T. carrioni*, tanto la presencia de cuyes (RR 3.78, CI95% (1.39-10.0), $p=0.007$), perros (RR 3.70, CI 95% 1.38 – 9.74, $p=0.008$) y aves (RR 6.00, CI 95% (2.18-16.0), $p<0.001$) estuvieron asociados a un aumento en el número de triatominos. También hubo una asociación con el aumento del número de individuos de *T. carrioni* con la presencia de materiales como la madera (RR 5.18 IC95% (1.81- 14.2), $p = 0.002$).

En el análisis multivariado (Tabla 11), para el número de individuos de *T. carrioni*, se perdió la significancia en las variables presencia de animales como cuyes, aves y perros. Y se reafirmó que la presencia de madera estaba fuertemente asociada al aumento de individuos de *T. carrioni*.

Tabla 11: Factores asociados a la densidad de *T. carrioni* a nivel de vivienda en el Centro Poblado Rural Aullan, Cutervo -Cajamarca. (n=144)

<i>Factores asociados</i>	Análisis Univariado Regresión Binomial Negativa			Análisis Multivariado Regresión Binomial Negativa*		
	Ratio	IC 95%	p	Ratio Ajustado	IC 95%	p
Presencia de platanales						
No	Ref.			Ref.		
Si	2.24	0.81– 6.01	0.11	1.50	0.48 – 4.50	0.402
Fumigada por el dueño						
No	Ref.					
Si	1.27	0.44 – 4,36	0.7			
Pertenece al programa JUNTOS						
No	Ref.					
Si	1.40	0.51- 4.31	0.5			
Indice de Hacinamiento	1.19	0.92-1.62	0.3			
Número de personas durmiendo en la vivienda	1.20	0.94 – 1.58	0.2	0.98	0.72– 1.35	0.94
Presencia de Animales						
Presencia de cuyes						
Ausencia	Ref.					
Presencia	3.78	1.39 – 10.0	0.007	1.55	0.41 – 5.28	0.411
Presencia de gatos						
Ausencia	Ref.					
Presencia	1.39	0.52- 3.90	0.5			
Presencia de perros						
Ausencia	Ref.					
Presencia	3.70	1.38 – 9.74	0.008	1.19	0.26 – 4.73	0.772
Presencia de Aves						
Ausencia	Ref.			Ref.		
Presencia	6.00	2.18 – 16.0	<0.001	2.36	0.61– 9.36	0.158
Materiales presentes en la vivienda						
Tejas						
Ausencia	Ref.					
Presencia	1.92	0.59 – 9.11	0.3			

Madera						
Ausencia	Ref.			Ref.		
Presencia	5.18	1.81- 14.2	0.002	3.44	1.16-10.08	0.016
Carrizo						
Ausencia	Ref.					
Presencia	1.53	0.44 – 7.98	0.5			
Material noble						
Ausencia	Ref.					
Presencia	1.25	0.42-3.42	0.7			
Plástico						
Ausencia	Ref.					
Presencia	2.58	0.87-9.70	0.11	1.38	0.39-5.29	0.571

SiObservations144

R² Tjur 0.10. * Los espacios vacíos en el análisis multivariado significan que los factores tuvieron valores de p superiores a 0.2.

El modelo parsimonioso (Tabla 12), sin embargo, reafirmo que la presencia de aves y la presencia de materiales como la madera, fueron dos factores asociados de importancia, para la densidad de *T. carrioni* al nivel de la vivienda.

Tabla 12. Modelo Parsimonioso de Factores asociados a la densidad de *T. carrioni* a nivel de vivienda en el Centro Poblado Rural Aullan, Cutervo -Cajamarca. (n=144)

Factor	Análisis bivariado			Modelo Parsimonioso Regresión Binomial Negativa		
	Ratio	IC 95%	p-valúe	Ratio ajustado	IC 95%	p-valúe
Factores epidemiológicos						
Aves						
Ausencia	Ref.					
Presencia	6.00	2.18 – 16.0	<0.001	4.15	1.45 -11.46	0.004
Materiales presentes						
Madera						
Ausencia	Ref.					
Presencia	5.18	1.81- 14.2	0.002	3.28	1.10-9.20	0.020

4.6.7 *Análisis espacial de la distribución de Triatoma carrioni en el Centro Poblado Rural Aullan, Cutervo- Cajamarca.*

En la Figura 11 podemos observar el análisis espacial para el agrupamiento de viviendas infestadas. Encontramos que existía agrupamiento tanto en los casos como en los controles; sin embargo, el agrupamiento de los casos fue mayor al de los controles en todas las distancias, en nuestro caso desde los 0 a 1000 metros. Además, el espacio amplio entre las líneas de los dos agrupamientos, en cualquiera de las distancias, indican una fuerte diferencia del agrupamiento entre casos y controles. Además, la diferencia entre casos y controles, $KD(r)$, en la mayor parte cae sobre la línea cero (línea punteada), lo cual confirma que los casos tienen mayor agrupamiento que los controles y que existe agregación espacial de la infestación.

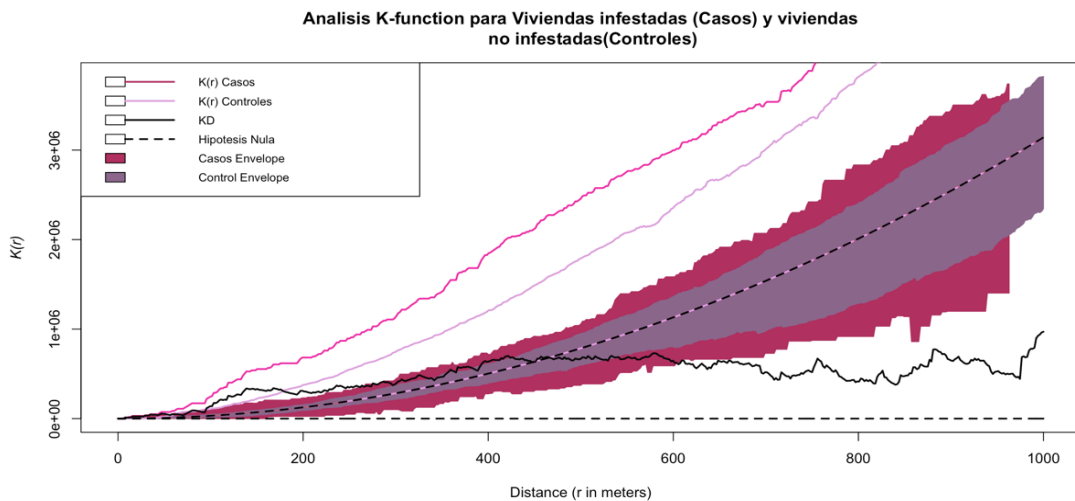


Fig. 11. Análisis espacial de agrupamiento de viviendas infestadas (casos) y viviendas no infestadas (controles). Las líneas sólidas de color bermellón y fucsia indican los valores observados de los casos y de los controles. La línea entrecortada negra indica la hipótesis nula de no agrupamiento. Las áreas sombreadas indican los intervalos de confianza, obtenidas a través de simulaciones (95%). Se observa que a distancias desde los 0 a 1000 metros, el agrupamiento se presenta en ambos grupos de viviendas (casos y controles), sin embargo, el agrupamiento en los casos es mucho mayor que el de los controles en todas las distancias.

4.7 DISCUSIÓN

En la zona nor-oriental del Marañón al norte del Perú, aún existe el desafío de conocer la situación de la Enfermedad de Chagas y sus vectores; entenderla es crucial para la planificación de estrategias de control efectivas en esta zona del país. Nuestro objetivo principal en la zona urbana, fue determinar si existía diferencia entre los índices de infestación por niveles de ingreso económico, según INEI. Aquí, después de haber visitado 304 viviendas en 306 manzanas censales e inspeccionado 118 viviendas, bajo un muestreo adaptativo, con la eficiencia para detectar frecuencias bajas, nuestro estudio puede afirmar que no existen grandes índices de infestación en el área muestreada. Pero la hipótesis principal, no pudo ser evaluada.

En la zona rural, y en el marco de nuestra hipótesis secundaria para determinar factores asociados, primero registramos que las infestaciones presentes en el poblado rural Aullan, fueron causadas por la especie *T. carrioni* y que los factores asociados significativamente a dichas infestaciones fueron la presencia de aves domésticas, y materiales como la madera y las tejas. También registramos que estos factores estuvieron asociados significativamente con el aumento de individuos de *T. carrioni*. Si bien otros factores como la presencia de platanales o el pertenecer a programas sociales, no fueron significativos, sí mostraron tendencias positivas ante la presencia del insecto. También debemos mencionar que las infestaciones estuvieron presentes principalmente en ambientes intradomicilio (85%).

Respecto al hallazgo de la especie *T. carrioni*; si bien, esto hecho no es nuevo en el norte del país, sí lo es para la zona geográfica de estudio. Encontrar un índice de infestación del 26%, marca un hito importante en esta zona geográfica y también es un hallazgo importante para la especie (15, 90). *T. carrioni* ha sido reportado en estudios realizados durante los años 2002 al 2009, pero los hallazgos estuvieron concentrados en la ciudad de Ayabaca-Piura (76), aproximadamente a 509 km de distancia al nor-oeste de Cutervo-Cajamarca. Y debemos enfatizar que si bien en estos estudios se abarco toda la región nor-oriental del Marañón, *T. carrioni* solo se encontró en la provincia de Ayabaca. Tanto Marín et al.(2014), Vargas et al.(2007), y Cuba et al.(2003), encontraron que los triatomos colectados de esta especie y en esta zona geográfica, tuvieron dos desenlaces: o no estuvieron infectados con *T. cruzi* (21,105–107), o el índice de tripano-triatomino fue muy bajo (4.1% ,6/146). Nuestra investigación, en contraste, encontró que el índice de infección tripano-triatomino fue de 12%, y la infección por *T. cruzi* estuvo presente en todos los estadios (24/205). A pesar de que nuestros hallazgos fueron diferentes a los estudios nacionales, sí hubo similitudes con los estudios realizados en Ecuador. En los estudios de Ecuador (108) esta especie siempre fue encontrada como una especie de capacidad vectorial secundaria, ante otras más predominantes como *Rhodnius prolixus* o *Panstrongylus lignarius*, ya que su índice de infección tripano-triatomino fue menor en esta especie en comparación con las dos más predominantes. Nuestro estudio en contraste, encontró que *T. carrioni* estaba presente como

único vector en el área, y debemos resaltar que, tal como lo mencionan los estudios realizados en Ecuador, la especie mostró preferencia por los ambientes intradomicilio (108,109) ya que un 85% de las infestaciones se presentaron en estos ambientes. Respecto a este hallazgo, debemos mencionar que, durante las búsquedas entomológicas, *T. carrioni* fue hallado no solo en las paredes o techos de los intradomicilios, sino también en camas y tarimas de los habitantes de las viviendas.

En cuanto a los factores asociados a la presencia y densidad de *T. carrioni*, la presencia de aves de corral mostró una asociación significativa con la presencia del insecto y también estuvo asociada con el aumento en el número de individuos de *T. carrioni*, cuando se compararon las viviendas que poseían aves domésticas, con las que no. Aunque estos animales son refractarios a la infección de *T. cruzi*, sirven como fuente de alimentación y mantenimiento de colonias (110,111). Además, se sabe que las aves domésticas son parte importante en la dinámica de dispersión e infestación de distintas especies de triatominos en distintas zonas geográficas (23,112–114). Creemos que la asociación de la presencia de aves de corral y la presencia de *T. carrioni*, en el CPR Aullan, así como la asociación con el aumento del número de individuos, se deben principalmente a las estructuras usadas como reposaderos y/o nidos para estos animales. Estas estructuras usadas como nidos o reposaderos de las aves domésticas (pollos y gallinas), están acondicionadas en las partes altas de las paredes de las viviendas, y usan las vigas de sostenimiento de los techos como bases, y las paredes de la vivienda como apoyo (Anexo 6.1). En estas estructuras,

además, se ha hallado evidencia física de huellas y rastros de los triatomíneos, lo que nos permite corroborar dicha afirmación. Debemos añadir que la cercanía de dichas estructuras a los ambientes usados como dormitorios por los pobladores, puede explicar los hallazgos de triatomíneos en los mismos (Anexo 6.1). Si bien criar aves de corral es común en las áreas rurales del Perú (96, 100), las estructuras usadas para la crianza en este poblado rural, son muy similares a las encontradas en el Ecuador (108), y difieren de la forma y estructuras de crianza, encontrados en otros poblados rurales del Cutervo al este de la provincia. Debemos también añadir que la implicancia de las estructuras para la crianza de las aves en las infestaciones, se debe probablemente al poco movimiento o manipulación de las mismas. Estas estructuras no son manipuladas por los pobladores, no son fumigadas, ni se limpian durante largos periodos de tiempo. Esta falta de movimiento y de limpieza, mantiene estables las colonias de triatomíneos. Además, al estar ubicadas en el límite de los aleros de los techos, el flujo de insectos hacia las habitaciones es constante. Esta premisa ha sido corroborada, con relatos de los habitantes, que afirman que los insectos llegan por la noche y entran por los techos y se posan en sus camas (108,109,116).

Estos hallazgos son importantes, en el sentido que determinarían que *T. carrioni*, la cual es una especie con capacidad vectorial secundaria, en otras zonas geográficas, como el Ecuador, se desarrollaría como vector principal en este poblado en particular. Teniendo en cuenta que esta especie es poco conocida, y por lo tanto su comportamiento y dinámica también lo son, establecer que un mecanismo importante para su presencia y número, fue la

presencia de aves domésticas, podría ser clave para entender su comportamiento y determinar estrategias para su control. Debemos mencionar que en los estudios realizados en Ecuador (108), no se pudo estudiar esta relación, debido a que casi el 90% de viviendas en los poblados visitados, poseían aves de corral (pollos o gallinas en específico), y esta variable fue excluida de los modelos. Es por eso, que nuestro estudio tiene un valor agregado, debido al aporte del conocimiento de dicha especie. Debemos añadir también, que los estudios llevados a cabo en Ecuador, acerca de fuentes de alimentación en esta especie (116), indican que en las zonas rurales de Ecuador, casi todas las especies capturadas incluyendo *T. carrioni*, si bien tienen como principal fuente de alimentación la sangre humana; las aves domésticas, en específico los pollos, son la fuente secundaria más frecuente de alimentación y muchos de los insectos que se alimentaron de este tipo de animales, también presentaron infección por *T. cruzi* (116).

Como ya se ha mencionado, la presencia de aves de corral, se ha establecido en varios estudios, como un mecanismo de mantenimiento de diferentes especies de triatomíneos (111,117), y como tal es un factor importante en la dinámica de dispersión de vectores triatomíneos y por ende, de la transmisión del parásito causante de la enfermedad de Chagas (*T. cruzi*). Este factor, presenta variaciones en los métodos de crianza y cuidado, así como también en las implicaciones sociales y culturales, de acuerdo a cada zona geográfica y población. El criar aves domésticas (pollos y gallinas) es en sí, una

práctica cultural y social muy promovida en Latinoamérica (111,118), y está implicada en muchos de los procesos de salud de estas poblaciones. Si bien puede parecer una situación simple de modificar o de intervenir, no es necesariamente así. El criar pollos o gallinas, es parte de una costumbre, que posee externalidades sociales no económicas, que se traducen en varios niveles, desde el nivel familiar-individuo (118), hasta el nivel comunitario. Por ejemplo, en el desarrollo de la vida familiar e individual: 1) es una fuente de ocupación de miembros de la familia en el poblado rural Aullan, las familias consideran mascotas y no alimento a dichas aves, y sirven de compañía para adultos mayores y distracción para niños pequeños, 2) ayuda a enfrentar la inseguridad alimentaria: en este poblado, como en otros de la zona, la fuente principal de proteínas, se basa en el consumo de huevos de corral (119,120), antes que la carnes de cuy, o de cerdo, 3) apoya fuertemente el empoderamiento de la mujer, porque al ser la crianza de aves domésticas al aire libre, no se pone esfuerzo en el mantenimiento de corrales, y esto proporciona espacio y tiempo a las mujeres para que puedan realizar otras actividades, además que les ofrece un sentido de propiedad y empoderamiento económico. A nivel comunitario, la crianza de aves implica externalidades como aportes al manejo ambiental de residuos, todo el alimento que se les da a las aves, en su mayoría está constituido por los desechos orgánicos de las comidas. Sin embargo, también presentan externalidades negativas, generalmente relacionadas a procesos epidemiológicos, como la relación directa con vectores productores de enfermedades, en nuestro caso la enfermedad de Chagas y su vector *T.*

carrioni (121). En la Figura 12, podemos ver un esquema, que grafica este proceso y su relación con las infestaciones de *T. carrioni*.

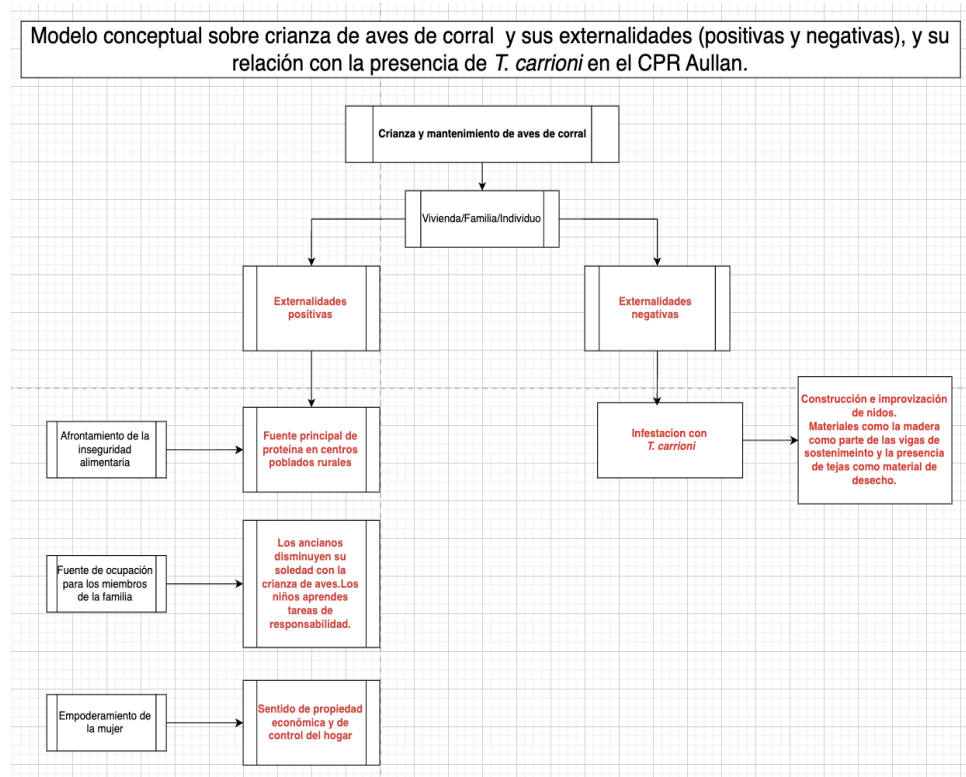


Figura 12: Externalidades de la crianza de aves de corral y su relación con la presencia y número de individuos de *T. carrioni*, en el CPR Aullan-2023. Adaptado de Hortúa-López et al. 2021, “Avicultura de traspatio: aportes y oportunidades, y modificado por Arevalo, Claudia.

En cuanto a los materiales asociados a la presencia de *T. carrioni*, encontramos que la madera estuvo presente en casi el 60% de las viviendas, y presentó una asociación significativa con la presencia y el aumento de número de individuos de *T. carrioni*. Este material no fue encontrado solamente formando parte de los techos de las viviendas, como vigas de soporte, sino también como “armarios” improvisados para colgar ropa y otros enseres (Anexo 6.2, 6.3). Fue encontrado en el intra y peri domicilio,

como pilas acumuladas o “pircadas”, para su uso como combustible doméstico. Este hallazgo contrasta con lo encontrado en los estudios en Ecuador (108), donde ninguno de los materiales de la vivienda tuvo significancia en la relación a la presencia de *T. carrioni*, debido principalmente a los bajos estándares de nivel de vida, apreciados en la mayoría de las viviendas de los poblados intervenidos. La presencia de tejas, tuvo una asociación significativa con la presencia de *T. carrioni*, mas no estuvo asociado con el aumento del número de triatominos capturados, cuando se comparaba las viviendas con o sin presencia de tejas. Este material, estuvo presente en el 16% de las viviendas y se le encontró no solo en como material para la construcción de techos, sino como pilas o “pircas”, acumuladas en ambientes intra y peri domicilio. Muchas veces se encontraron nidos de aves domésticas encima de las pilas de tejas, las cuales no eran tocadas durante largos periodos (comunicación personal con propietarios) y constituían materiales de desecho, muchas de ellos ubicados al alrededor de la vivienda. Este material por sus características físicas, brinda calor, y los mismos pobladores construían nidos para sus aves, encima o alrededor de dichos materiales (Anexo 6.4), lo que los establecía como espacios adecuados para la permanencia de los triatominos.

Debemos mencionar que los materiales con los cuales se construyen las viviendas, generalmente se usan como indicadores del nivel de vida. Muchos de los índices usados para medir el nivel de pobreza multidimensional a nivel de familia, usan los datos sobre materiales presentes en el techo y paredes como un indicador importante de pobreza

(121,122). Pero el uso de estos materiales en los poblados rurales principalmente, manifiestan situaciones estructurales y sociales más relevantes, que van más allá del ingreso económico. En estos poblados, la falta de caminos y la difícil accesibilidad geográfica, se convierten en barreras para el mejoramiento de las viviendas y por lo tanto influyen los resultados negativos en salud, sean personales o comunitarios, y están ligados fuertemente a la presencia de los mismos (122). Nuestro estudio, al determinar la asociación de ciertos materiales, con la presencia de *T. carrioni*, ayuda, por lo tanto, a dilucidar dinámicas de comportamiento de este vector relacionado a la materialidad de la vivienda.

Algunos de los factores ecológicos, referidos a los cultivos, en particular a los árboles de plátano presentes en los alrededores de las viviendas del CPR Aullan, han mostrado tendencias positivas a la asociación con la presencia de *T. carrioni*, y a pesar que este factor pierde asociación en el análisis multivariado y en el modelo parsimonioso, creemos que puede determinar también algún aspecto del comportamiento de dicha especie. Sin embargo, debemos mencionar que, durante las búsquedas manuales de triatominos en estos cultivos, no se encontró ninguna evidencia de presencia silvestre de *T. carrioni*, este hecho presenta una similitud importante con los estudios llevados a cabo tanto en Perú como en Ecuador, donde no se ha encontrado registros de origen silvestre de la especie.

Respecto a la dispersión espacial de *T. carrioni*, nuestro estudio encontró que existía agrupación en las viviendas, tanto en las infestadas como en las

no infestadas, esto debido probablemente a la presencia de “sectores” o agrupaciones de viviendas dentro del centro poblado. Sin embargo, en las viviendas infestadas se presentó mayor agregación en la mayoría de las distancias (0 -1000 metros); probablemente relacionados a los focos de infestación encontrados en los sectores de menor altitud.

Nuestro trabajo presenta importantes hallazgos para la investigación de la Enfermedad de Chagas en nuestro país, no solo porque dilucida algunos mecanismos de la ecología, dinámica y comportamiento de la especie *T. carrioni*, y sus interacciones con factores determinados, sino que también llena algunos vacíos del conocimiento sobre esta especie en nuestro territorio, y encuentra similitudes y contradicciones con los estudios sobre la especie, en su mayoría llevados a cabo en Ecuador. Registra también una localización geográfica nueva para la distribución de esta especie, y la establece como especie primaria con capacidad vectorial en el CPR Aullan. Estos hallazgos corroboran también que, en el norte del país, las zonas rurales concentrarían la presencia de vectores triatominos, y que el hallazgo de *T. carrioni*, en zonas rurales cercanas al distrito urbano, podría indicar cambios en la dinámica de dispersión de algunos vectores en el norte del país.

Nuestro estudio también abre el camino a nuevas preguntas de investigación, como, por ejemplo: ¿Cómo llegó esta especie de triatomo a esta ubicación?, O si ¿las campañas de fumigación serán efectivas en este tipo de localidades y con esta especie? Respecto a la primera pregunta acerca del origen de las infestaciones en esta localidad, la cual está

relacionada directamente al contexto epidemiológico; nuestro trabajo, nos lleva a pensar que el insecto ha sido introducido en este poblado, por rutas de comercio, con poblados cercanos, y en donde se conoce que existen insectos triatominos, pero cuya información data de muchos años atrás (15-20 años)(105). Entonces nos preguntamos y/o hipotetizamos, ¿existe un cambio en las dinámicas de dispersión de la especie con respecto a lo encontrado en estudios anteriores llevados a cabo en la región Nor -Oriental del Marañón?, o ¿existe un corredor epidemiológico que introduce la especie hasta esta localización?, y si este corredor probablemente tendrá su origen en el Ecuador (108). Y esta hipótesis se debe principalmente, a que el CPR Aullan en particular, tiene similitudes asombrosas, estructurales y geográficas, con los poblados intervenidos en Ecuador y al poblado piurano de Ayabaca (20,105), y es notablemente distinto a otros poblados rurales de la parte este de la provincia de Cutervo. Se abren también preguntas acerca de las actividades socioculturales de estas poblaciones, en particular acerca de la crianza de aves de corral, y cómo su influencia en los procesos de salud lleva a la disrupción de su manera de vivir y desarrollarse. También pone preguntas en la mesa acerca de cómo integrar, las prácticas culturales y sociales a intervenciones de mejoramiento estructural, para el control de vectores. Si bien los cambios socio ecológicos, de muchas intervenciones han mejorado los resultados en salud (123,124), no sabemos cómo han afectado a la identidad sociocultural de los pobladores de las zona. Si bien creemos que el hecho de entrar a la sociedad moderna, desde un punto de vista occidental beneficiará al poblador o comunidades; nos preguntamos,

qué tan beneficioso para estas poblaciones es entrar en esta dinámica económica y sociocultural. Nos planteamos estas interrogantes, principalmente debido a que después de una pandemia global, se han abierto desafíos a los paradigmas epidemiológicos. Por ejemplo, se ha puesto en claro que a pesar que muchos resultados de salud como la presencia de vectores de enfermedades infecciosas, están relacionados a lo que se denomina “pobreza estructural”; la realidad es que la pérdida de espacios rurales, con ambientes limpios y paisajes perfectos; pueden también tener un efecto contraproducente en estas poblaciones, no solo en la salud mental, sino también en otros aspectos sociales, como la pérdida de identidad cultural, o en el aumento de enfermedades crónicas como la diabetes y la hipertensión, así como también lleva a la pérdida de puestos de labor auto promovidos en la agricultura y ganadería.

Finalmente, podemos afirmar que nuestro estudio es importante, ya que, en la exploración de nuestras hipótesis en las zonas urbana y rural, de la provincia de Cutervo, nos ha llevado a dos hallazgos interesantes, el primero al encuentro de una especie poco estudiada y el segundo a determinar el potencial de estudio de la zona respecto a la Enfermedad de Chagas y sus vectores. Además, ha sido potenciado por los recursos modernos de tecnología y las metodologías innovadoras, como el uso de mapeos geográficos en aplicaciones móviles, y que, además, ayudan a coleccionar la información en tiempo real, así como también el uso de metodologías de muestreo innovadores. Todos estos recursos tienen un potencial de uso, para

el mejoramiento de los programas de control y vigilancia vectorial de otras enfermedades. Y no solamente podrían servir para el recojo de información, sino para desarrollar herramientas de comunicación que ayuden a mejorar el conocimiento general de las enfermedades vectoriales, no solo de los pobladores de estas zonas rurales, sino también del personal encargado de las acciones de vigilancia y control. En el contexto del estudio general, las innovaciones pueden representar una oportunidad de mejoramiento de los sistemas de salud. Además, nos ha permitido analizar de una manera más profunda las realidades sociales y culturales relacionadas a los procesos de salud en esta zona. Estas razones hacen de este estudio, un hito importante, en la siempre interesante y cambiante dinámica de la enfermedad de Chagas en el Perú.

4.8 CONCLUSIONES

- La hipótesis de diferencia de índices de infestación según nivel de ingreso económico según INEI, en el distrito urbano de Cutervo no se evaluó. Esto debido a la ausencia de infestaciones. Sin embargo, con 304 viviendas muestreadas en las 306 manzanas censales del distrito de Cutervo, podemos afirmar que no existen importantes índices de infestación en esta área.
- El índice de infestación de *T. carrioni* en el poblado rural Aullan fue del 26 %.
- Encontramos 9 viviendas con presencia de la especie *T. carrioni* infectado por *T. cruzi* (6%), en el poblado rural de Aullan.
- Los factores asociados a la presencia y al aumento del número de individuos de *T. carrioni* fueron la presencia de aves de corral, y la presencia de materiales como la madera y las tejas en la vivienda.

5 ASPECTOS ÉTICOS

5.1 ASPECTOS ÉTICOS ESTUDIO I

La investigación I fue un análisis secundario de datos, que no tuvo contacto alguno con participantes humanos. Sin embargo, se tomaron las precauciones necesarias para proteger la confidencialidad de los participantes. Las bases de datos solamente estuvieron disponibles para los investigadores y todos los datos fueron inidentificados, sin embargo, ambas investigaciones estuvieron bajo la aprobación del SIDIS 208732. Los datos utilizados en este estudio provienen del trial o experimento final del estudio madre, denominado: *‘Investigating Human Search Strategies for Triatomine Bugs in Arequipa, Perú’* con SIDISI No: 66427 , el cual fue desarrollado por el Laboratorio de Investigación de Enfermedades Zoonóticas (LIEZ), de la Unidad Una Salud, FASPA, UPCH en el distrito de Miraflores-Arequipa, en el estudio primario se desarrollaron al menos 6 experimentos con diferentes ramas o brazos, en diferentes distritos de Arequipa.

5.2 ASPECTOS ÉTICOS ESTUDIO II

En el estudio 2 sí se tuvo contacto con los participantes durante las inspecciones, pero a pesar que el consentimiento acostumbrado para la participación es verbal debido a la naturaleza regular de la vigilancia vectorial y de la coordinación con la DISA antes del ingreso a las localidades y viviendas, por tratarse de un estudio de investigación, se solicitó a las personas que nos recibieron en las viviendas, firmar un

consentimiento informado para que nos permitan ingresar a sus hogares, y que puedan participar en la vigilancia vectorial que llevamos a cabo en coordinación con la DISA de Cutervo (Anexo 4, Investigación 2). El protocolo, los consentimientos informados y los formatos de encuesta entomológica fueron presentados, evaluados y aprobados por el Comité de Ética de la UPCH (CIE-UPCH), con el número SIDISI 208732.

6 LIMITACIONES

6.1 LIMITACIONES ESTUDIO I

- Una de las limitaciones que debemos mencionar en el estudio I, es el corto periodo de tiempo en el que se llevó a cabo el experimento por motivos prácticos, por lo que desconocemos el resultado de esta intervención en más largos periodos de tiempo.
- También, la gran heterogeneidad que existe entre los participantes y sus búsquedas, pone en relevancia nuestro pequeño tamaño de muestra, y por lo tanto la respuesta individual podría cambiar de acuerdo al incentivo.
- Finalmente, no sabemos, si nuestra operacionalización de la variable uso óptimo de mapas de riesgo, en dos dimensiones, lleve a identificar nuevas infestaciones. Tanto por la apreciación de la operacionalización y por los supuestos del modelo usado para crear los mapas de riesgo.
- Debemos mencionar, que el estudio madre no evaluó si la gamificación, o los incentivos podrían influenciar algún rasgo ludópata del personal. Por lo tanto, creemos que también esta es una limitación en el análisis secundario de la investigación I.

6.2 LIMITACIONES ESTUDIO II

- Creemos que nuestra limitación más grande fue no poder analizar la asociación para la presencia de *T. cruzi*, debido a la inexactitud y naturaleza de los métodos estadísticos. ya la infección está altamente

relacionada con la presencia del vector y el número de individuos de *T. carrioni* (48), por lo tanto, analizarla con la metodología común podría no dar los resultados correctos.

- Otra limitación práctica, debido sobre todo al tema logístico, es no haber podido hacer una exploración más exhaustiva en otras comunidades cercanas al oeste de la provincia, donde se ha registrado notificaciones los últimos años y donde pobladores refieren haber visto triatominos. A pesar de determinar no solo un mayor poder en la muestra, sino también para poder responder con mayor certeza y si existe un cambio en la dispersión de este insecto, o si existe un corredor epidemiológico de la especie.
- Una limitación importante en el estudio es no haber podido consolidar más formalmente lo relativo a los hábitos alimenticios y fuentes de alimentación de *T. carrioni*, las cuales creemos exigen un mayor estudio.
- Debemos añadir también que nos hubiese gustado indagar acerca de los factores ecológicos como la altitud o el índice de vegetación, pero debido a la distribución de las viviendas, estos datos presentaron incongruencias en el análisis, por lo que decidimos no incluirlos en el estudio, lo cual presenta una limitación importante.
- Finalmente, la dinámica de *T. carrioni*, está relacionada fuertemente con las practicas socioculturales del poblado, y creemos que no haber podido indagar de forma cualitativa en estos factores, presenta también una limitación que debemos mencionar.

7 RECOMENDACIONES GENERALES

7.1 RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO I

- Creemos importante promover incentivos de tipo no monetario y fijo en los trabajadores que integran los programas de Vigilancia y Control Vectorial.
- También creemos que hacer partícipes e investigar a gran escala con más especialistas para entender los distintos tipos de usuarios y de sus percepciones acerca de los incentivos y el uso de aplicativos y mapas de riesgo.

7.2 RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO II

- Creemos necesario implementar muestreos y encuestas entomológicas en los poblados situados al oeste de la ciudad de Cutervo, cercanos al Centro Poblado Rural de Aullan y que pertenecen a la Microred Salomón Vilchez y la Dirección de Salud de Cutervo, a fin de dilucidar el origen de las infestaciones de *T. carrioni*.
- Creemos también que explorar acerca de factores socioculturales relacionados a la crianza de animales, al tipo de alimentación de la población de los centros poblados y sus relaciones comerciales con los centros poblados de los alrededores podría dar luces acerca de la dinámica poblacional de los hospederos y que podría estar influyendo en la dispersión y domiciliación de *T. carrioni*.
- Finalmente, creemos importante realizar estudios relacionados a las fuentes de alimentación de *T. carrioni* en esta zona y corroborar las

hipótesis acerca del mantenimiento de la población a través de las aves domésticas, lo cual podría ayudar a formular estrategias de control del vector, que podrían ser diseñadas en conjunción con la población involucrada.

8 REFERENCIAS

1. Control, interrupción de la transmisión y eliminación de la enfermedad de Chagas como problema de salud pública. Guía de evaluación, verificación y validación [Internet]. Organización Panamericana de la Salud; 2019 [citado el 8 de junio de 2021]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51648>
2. Pinto Dias JC. Human Chagas Disease and Migration in the Context of Globalization: Some Particular Aspects. Yasuda MAS, editor. *Journal of Tropical Medicine*. el 30 de marzo de 2013;2013:789758.
3. Peterson JK, Hoyos J, Bartlett CR, Gottdenker NL, Kunkel B, Murphy C, et al. First Report of Chagas Disease Vector Species *Triatoma sanguisuga* (Hemiptera: Reduviidae) Infected with *Trypanosoma cruzi* in Delaware. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. el 1 de mayo de 2024;110(5):925–9.
4. Silveira AC, de Arias AR, Segura E, Guillén G, Russomando G, Schenone H, et al. O CONTROLE DA DOENÇA DE CHAGAS NOS PAÍSES DO CONE SUL DA AMÉRICA.
5. Salerno R, Salvatella R, Issa J, Anzola MC. A regional fight against Chagas disease: lessons learned from a successful collaborative partnership. *Rev Panam Salud Publica*. 2015;
6. Lorca H M, García C A, Bahamonde M MI, Fritz M A, Tassara O R. Certificación serológica de la interrupción de la transmisión vectorial de la enfermedad de Chagas en Chile. *Revista médica de Chile*. marzo de 2001;129(3):264–9.
7. Servicio Salud O'Higgins [Internet]. [citado el 26 de agosto de 2021]. Mal de Chagas: Una Enfermedad bajo control en Chile. Disponible en: <https://www.saludohiggins.cl/mal-de-chagas-una-enfermedad-bajo-control-en-chile/>
8. Canals Lambarri M, Caceres Lillo D, Alvarado Orellana S, Canals Cifuentes A, Cattán Ayala P. Modeling Chagas disease in Chile: From vector to congenital transmission. *BioSystems* [Internet]. 2017 [citado el 26 de agosto de 2021]; Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/147816>
9. Abad-Franch F, Vega MC, Rolón MS, Santos WS, Arias AR de. Community Participation in Chagas Disease Vector Surveillance: Systematic Review. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. el 21 de junio de 2011;5(6):e1207.
10. de Arias AR, Monroy C, Guhl F, Sosa-Estani S, Souza W, Abad-Franch F. Chagas disease control-surveillance in the Americas: the multinational initiatives and the practical impossibility of interrupting vector-borne *Trypanosoma cruzi* transmission. :15.

11. Levy MZ, Bowman NM, Kawai V, Waller LA, Cornejo del Carpio JG, Benzaquen EC, et al. Periurban *Trypanosoma cruzi*-infected *Triatoma infestans*, Arequipa, Peru. *Emerg Infect Dis*. septiembre de 2006;12(9):1345–52.
12. Levy MZ, Barbu CM, Castillo-Neyra R, Quispe-Machaca VR, Ancca-Juarez J, Escalante-Mejia P, et al. Urbanization, land tenure security and vector-borne Chagas disease. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. el 22 de agosto de 2014;281(1789):20141003.
13. Levy MZ, Malaga Chavez FS, Cornejo Del Carpio JG, Vilhena DA, McKenzie FE, Plotkin JB. Rational spatio-temporal strategies for controlling a Chagas disease vector in urban environments. *J R Soc Interface*. el 6 de julio de 2010;7(48):1061–70.
14. Levy MZ, Quispe-Machaca VR, Ylla-Velasquez JL, Waller LA, Richards JM, Rath B, et al. Impregnated Netting Slows Infestation by *Triatoma infestans*. *Am J Trop Med Hyg*. octubre de 2008;79(4):528–34.
15. Quintero LDT, Paz-Soldan VA, Condori C, Malaga-Chavez FS, Levy MZ, Goncalves R. Barriers to surveillance and control of re-emergence of the Chagas disease vector *Triatoma infestans* in Arequipa, Peru. el 28 de noviembre de 2024 [citado el 1 de diciembre de 2024]; Disponible en: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2024.11.27.24318018v1>
16. Levy MZ, Tamayo LD, Condori-Pino CE, Arevalo-Nieto C, Castillo-Neyra R, Paz-Soldan VA. An immune System for the City: A New Paradigm for Surveillance and Control of Disease Vectors. el 31 de mayo de 2024 [citado el 29 de octubre de 2024]; Disponible en: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2024.05.30.24308159v1.article-metrics>
17. Coura JR. Chagas disease: control, elimination and eradication. Is it possible? *Mem Inst Oswaldo Cruz*. diciembre de 2013;108(8):962–7.
18. Abad-Franch F, Valença-Barbosa C, Sarquis O, Lima MM. All That Glitters Is Not Gold: Sampling-Process Uncertainty in Disease-Vector Surveys with False-Negative and False-Positive Detections. *PLoS Negl Trop Dis* [Internet]. el 18 de septiembre de 2014 [citado el 2 de junio de 2021];8(9). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4169387/>
19. Alroy KA, Huang C, Gilman RH, Quispe-Machaca VR, Marks MA, Ancca-Juarez J, et al. Prevalence and Transmission of *Trypanosoma cruzi* in People of Rural Communities of the High Jungle of Northern Peru. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. el 22 de mayo de 2015;9(5):e0003779.
20. Cuba Cuba CA, Abad-Franch F, Roldán Rodríguez J, Vargas Vásquez F, Pollack Velásquez L, Miles MA. The Triatomines of Northern Peru, with Emphasis on the Ecology and Infection by Trypanosomes of *Rhodnius*

ecuadoriensis (Triatominae). Mem Inst Oswaldo Cruz. marzo de 2002;97:175–83.

21. Cuba Cuba C, Vallejo G, Gurgel-Gonçalves R. Triatomines (Hemiptera, Reduviidae) prevalent in the northwest of Peru: Species with epidemiological vectorial capacity. Parasitología latinoamericana. el 1 de diciembre de 2007;62.
22. Gaspe MS, Provecho YM, Cardinal MV, Fernández M del P, Gürtler RE. Ecological and Sociodemographic Determinants of House Infestation by *Triatoma infestans* in Indigenous Communities of the Argentine Chaco. PLOS Neglected Tropical Diseases. el 18 de marzo de 2015;9(3):e0003614.
23. Gonçalves T da S, Ursine RL, Cardozo M, Matos RLFDR, de Souza R de CM, Diotaiuti LG, et al. Socio-environmental factors associated with the occurrence of triatomines (Hemiptera: Reduviidae) in an endemic municipality in northern Minas Gerais, Brazil. Zoonoses Public Health. el 4 de octubre de 2023;
24. Martínez-Parra AG, Pinilla-Alfonso MY, Abadía-Barrero CE. Sociocultural dynamics that influence Chagas disease health care in Colombia. Social Science & Medicine. el 1 de octubre de 2018;215:142–50.
25. Sanmartino M, Forsyth C, Avaria A, Velarde-Rodriguez M, Prat J, Albajar-Viñas P. The multidimensional comprehension of Chagas disease. Contributions, approaches, challenges and opportunities from and beyond the Information, Education and Communication field. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. el 13 de abril de 2021;16:e200460.
26. Thompson SK. Stratified adaptive cluster sampling. Biometrika. 1991;78(2):389–97.
27. Case B, Young JG, Hébert-Dufresne L, Stevens L. Spatial epidemiology and adaptive targeted sampling to manage the Chagas disease vector *Triatoma dimidiata*. 2021.
28. Navarro AM. Programa presupuestal ENFERMEDADES Metaxenicas y zoonosis.
29. Gutfraind A, Peterson JK, Billig Rose E, Arevalo-Nieto C, Sheen J, Condori-Luna GF, et al. Integrating evidence, models and maps to enhance Chagas disease vector surveillance. Basáñez MG, editor. PLOS Neglected Tropical Diseases. el 29 de noviembre de 2018;12(11):e0006883.
30. Tamayo LD, Paz-Soldán VA, Pino CEC, Chavez FSM, Levy MZ, Gonçalves R. Barriers to surveillance and control of re-emergence of the Chagas disease vector *Triatoma infestans* in Arequipa, Peru [Internet]. medRxiv; 2024 [citado el 7 de septiembre de 2025]. p. 2024.11.27.24318018. Disponible en: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2024.11.27.24318018v1>

31. Mtema Z, Chagalucha J, Cleaveland S, Elias M, Ferguson HM, Halliday JEB, et al. Mobile Phones As Surveillance Tools: Implementing and Evaluating a Large-Scale Intersectoral Surveillance System for Rabies in Tanzania. *PLoS Medicine*. 2016;13(4):1–12.
32. Jake-Schoffman DE, Silfee VJ, Waring ME, Boudreaux ED, Sadasivam RS, Mullen SP, et al. Methods for Evaluating the Content, Usability, and Efficacy of Commercial Mobile Health Apps. *JMIR Mhealth Uhealth*. el 18 de diciembre de 2017;5(12):e190.
33. Cheng Y, Tjaden NB, Jaeschke A, Thomas SM, Beierkuhnlein C. Deriving risk maps from epidemiological models of vector borne diseases: State-of-the-art and suggestions for best practice. *Epidemics*. el 1 de diciembre de 2020;33:100411.
34. Rogers DJ, Suk JE, Semenza JC. Using global maps to predict the risk of dengue in Europe. *Acta Tropica*. enero de 2014;129:1–14.
35. Khoi N, Casteleyn S, Moradi M, Pebesma E. Do Monetary Incentives Influence Users' Behavior in Participatory Sensing? *Sensors*. el 4 de mayo de 2018;18(5):1426.
36. Bутtenheim AM, Castillo-Neyra R, Arevalo-Nieto C, Shinnick JE, Sheen JK, Volpp KG, et al. Do Incentives Crowd Out Motivation? A Feasibility Study of a Community Vector-Control Campaign in Peru. *Behav Med*. el 30 de noviembre de 2021;1–9.
37. Chunara R, Chhaya V, Bane S, Mekaru SR, Chan EH, Freifeld CC, et al. Online reporting for malaria surveillance using micro-monetary incentives, in urban India 2010-2011. *Malaria Journal*. el 13 de febrero de 2012;11(1):43.
38. Freire D, Mignozzetti U. Financial Incentives and Healthcare Provision: Evidence from an Experimental *Aedes aegypti* Control Programme in Brazil. el 19 de marzo de 2021 [citado el 12 de agosto de 2024]; Disponible en: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.03.10.21252321v1>
39. Krezanoski PJ, Comfort AB, Hamer DH. Effect of incentives on insecticide-treated bed net use in sub-Saharan Africa: a cluster randomized trial in Madagascar. *Malaria Journal*. el 27 de junio de 2010;9(1):1–13.
40. Bicknell KB, Wilen JE, Howitt RE. Public Policy and Private Incentives for Livestock Disease Control. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*. 1999;43(4):501–21.
41. Khoi NM, Casteleyn S, Moradi MM, Pebesma E. Do Monetary Incentives Influence Users' Behavior in Participatory Sensing? *Sensors*. mayo de 2018;18(5):1426.

42. Bucklin BR, Dickinson AM. Individual Monetary Incentives: A Review of Different Types of Arrangements Between Performance and Pay. *Journal of Organizational Behavior Management*. el 1 de junio de 2001;21(3):45–137.
43. Emanuel EJ, Ubel PA, Kessler JB, Meyer G, Muller RW, Navathe AS, et al. Using Behavioral Economics to Design Physician Incentives That Deliver High-Value Care. *Ann Intern Med*. el 19 de enero de 2016;164(2):114.
44. Arevalo-Nieto C, Sheen J, Condori-Luna GF, Condori-Pino C, Shinnick J, Peterson JK, et al. Incentivizing optimal risk map use for *Triatoma infestans* surveillance in urban environments. *PLOS Global Public Health*. el 3 de agosto de 2022;2(8):e0000145.
45. Arevalo Nieto CR. Efecto de incentivos económicos sobre el uso de información de mapas de riesgo y cobertura espacial (geográfica) en inspectores del sistema de vigilancia de la enfermedad de Chagas. 2020;
46. Arevalo-Nieto C, Sheen J, Condori-Luna GF, Condori-Pino C, Shinnick J, Peterson JK, et al. Incentivizing optimal risk map use for *Triatoma infestans* surveillance in urban environments. *PLOS Global Public Health*. el 3 de agosto de 2022;2(8):e0000145.
47. Gutfraind A, Peterson JK, Rose EB, Arevalo-Nieto C, Sheen J, Condori-Luna GF, et al. Integrating evidence, models and maps to enhance Chagas disease vector surveillance. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. el 29 de noviembre de 2018;12(11):e0006883.
48. Rose EB, Lee K, Roy JA, Small D, Ross ME, Castillo-Neyra R, et al. Risk maps for cities: Incorporating streets into geostatistical models. *Spatial and Spatio-temporal Epidemiology*. noviembre de 2018;27:47–59.
49. Dinas S, Martínez H. Delaunay Triangulation. En 2020. p. 1–6.
50. Alotaibi A, Chatwin C, Birch P. Aerial Surveillance Leveraging Delaunay Triangulation and Multiple-UAV Imaging Systems. *Applied System Innovation*. abril de 2024;7(2):23.
51. Ihaka R, Gentleman R. R: A Language for Data Analysis and Graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics*. septiembre de 1996;5(3):299–314.
52. Visualizing the Effects of Proportional-Odds Logistic Regression | University of Virginia Library Research Data Services + Sciences [Internet]. [citado el 23 de enero de 2022]. Disponible en: <https://data.library.virginia.edu/visualizing-the-effects-of-proportional-odds-logistic-regression/>
53. Ordinal Logistic Regression | R Data Analysis Examples [Internet]. [citado el 21 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://stats.oarc.ucla.edu/r/dae/ordinal-logistic-regression/>

54. Simulation for Power Analysis [Internet]. [citado el 9 de enero de 2022]. Disponible en: https://nickch-k.github.io/EconometricsSlides/Week_08/Power_Simulations.html
55. Nguyen AK, Liou YA. An Approach for Risk Maps of Vector-Borne Infectious Diseases: Ecological and Adaptive Capacity Indicators. En: IGARSS 2018 - 2018 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium [Internet]. Valencia: IEEE; 2018 [citado el 22 de diciembre de 2021]. p. 1164–7. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8519191/>
56. Vazquez Prokopec GM, Spillmann C, Zaidenberg M, Gurtler RE, Kitron U. Spatial Heterogeneity and Risk Maps of Community Infestation by *Triatoma infestans* in Rural Northwestern Argentina. agosto de 2012 [citado el 30 de julio de 2024]; Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/68634>
57. Badr HS, Gardner LM. Limitations of using mobile phone data to model COVID-19 transmission in the USA. *The Lancet Infectious Diseases* [Internet]. el 2 de noviembre de 2020 [citado el 3 de noviembre de 2020];0(0). Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099\(20\)30861-6/abstract](https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099(20)30861-6/abstract)
58. Kamenica E. Behavioral Economics and Psychology of Incentives. *Annu Rev Econ.* septiembre de 2012;4(1):427–52.
59. Loewenstein G, Asch DA, Volpp KG. Behavioral Economics Holds Potential To Deliver Better Results For Patients, Insurers, And Employers. *Health Affairs.* julio de 2013;32(7):1244–50.
60. Grantz KH, Meredith HR, Cummings DAT, Metcalf CJE, Grenfell BT, Giles JR, et al. The use of mobile phone data to inform analysis of COVID-19 pandemic epidemiology. *Nature Communications.* el 30 de septiembre de 2020;11(1):4961.
61. Gurman TA, Rubin SE, Roess AA. Effectiveness of mHealth Behavior Change Communication Interventions in Developing Countries: A Systematic Review of the Literature. *Journal of Health Communication.* el 2 de mayo de 2012;17(sup1):82–104.
62. Lwin MO, Vijaykumar S, Rathnayake VS, Lim G, Panchapakesan C, Foo S, et al. A Social Media mHealth Solution to Address the Needs of Dengue Prevention and Management in Sri Lanka. *J Med Internet Res* 2016;18(7):e149 <https://www.jmir.org/2016/7/e149> [Internet]. el 1 de julio de 2016 [citado el 12 de agosto de 2024]; Disponible en: <https://www.jmir.org/2016/7/e149>

63. Levy MZ, Tamayo LD, Condori-Pino CE, Arevalo-Nieto C, Castillo-Neyra R, Paz-Soldan VA. An immune System for the City: A New Paradigm for Surveillance and Control of Disease Vectors. *medRxiv*. 2024;2024–05.
64. Shen GC, Nguyen HTH, Das A, Sachingongu N, Chansa C, Qamruddin J, et al. Incentives to change: effects of performance-based financing on health workers in Zambia. *Human Resources for Health*. el 28 de febrero de 2017;15(1):1–15.
65. Dam R, Mponzi W, Msaky D, Mwandyala T, Kaindoa EW, Sinka ME, et al. What incentives encourage local communities to collect and upload mosquito sound data by using smartphones? A mixed methods study in Tanzania. *glob health res policy*. el 29 de mayo de 2023;8(1):18.
66. Chowdhury R, McKague K, Krause H. How workers respond to social rewards: evidence from community health workers in Uganda. *Health Policy and Planning*. el 1 de abril de 2021;36(3):239–48.
67. Deci E. The Effects of Contingent and Noncontingent Reward and Controls on Intrinsic Motivation. *Organizational Behavior and Human Performance*. el 1 de octubre de 1972;8:217–29.
68. Manzoor F, Wei L, Asif M. Intrinsic Rewards and Employee's Performance With the Mediating Mechanism of Employee's Motivation. *Front Psychol*. el 15 de julio de 2021;12:563070.
69. Lewis ZH, Swartz MC, Lyons EJ. What's the Point?: A Review of Reward Systems Implemented in Gamification Interventions. *Games for Health Journal*. abril de 2016;5(2):93–9.
70. Harunavamwe M, Kanengoni H. The Impact of Monetary and Non-Monetary Rewards on Motivation among Lower Level Employees in Selected Retail Shops.
71. Abdullah AA, Wan HL. Relationships of Non-Monetary Incentives, Job Satisfaction and Employee Job Performance. *I R*. 2013;2:8.
72. Sorauren IF. Non-Monetary Incentives: Do People Work Only for Money? *Bus Ethics Q*. octubre de 2000;10(4):925–44.
73. Promberger M, Marteau TM. When Do Financial Incentives Reduce Intrinsic Motivation? Comparing Behaviors Studied in Psychological and Economic Literatures. *Health Psychol*. septiembre de 2013;32(9):950–7.
74. Arevalo-Nieto C, Sheen J, Condori-Luna GF, Condori-Pino C, Shinnick J, Peterson JK, et al. Incentivizing optimal risk map use for *Triatoma infestans* surveillance in urban environments. *PLOS Global Public Health*. el 3 de agosto de 2022;2(8):e0000145.

75. Terborg JR, Miller HE. Motivation, behavior, and performance: A closer examination of goal setting and monetary incentives. *Journal of Applied Psychology*. febrero de 1978;63(1):29–39.
76. Herrer A. Trypanosomiasis americana en el Perú: V. Triatomíneos del valle interandino del Marañón. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. diciembre de 1955;9(1–2):69–81.
77. Solís H, Huamán A, Ferrer A, Tarqui K, Fajardo N, Rojas M, et al. Comunicación preliminar sobre la presencia de *Trypanosoma cruzi* en departamentos del norte y nororiente del Perú. *Anales de la Facultad de Medicina*. enero de 2012;73(1):43–6.
78. Cuba Cuba CA, Vargas F, Roldan J, Ampuero C. Domestic *Rhodnius ecuadoriensis* (Hemiptera, Reduviidae) infestation in Northern Peru: a comparative trial of detection methods during a six-month follow-up. *Rev Inst Med trop S Paulo*. abril de 2003;45:85–90.
79. Calle NH, Zúñiga JH, Solórzano JL, Quispe OK, Tello MG, Chávez JO, et al. CONDUCCIÓN Y ASESORAMIENTO TÉCNICO. 2017;264.
80. Cutervo: Familias de agricultores se unen a recuperación de 142 hectáreas de bosques con cultivo sostenible de café [Internet]. [citado el 29 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/noticias/78167-cutervo-familias-de-agricultores-se-unen-a-recuperacion-de-142-hectareas-de-bosques-con-cultivo-sostenible-de-cafe>
81. Gaentzsch A. Do conditional cash transfers (CCTs) raise educational attainment? An impact evaluation of *Juntos* in Peru. *Dev Policy Rev*. noviembre de 2020;38(6):747–65.
82. Díaz JJ, Saldarriaga V. (Un)Conditional Love in the Time of Conditional Cash Transfers: The Effect of the Peruvian JUNTOS Program on Spousal Abuse. *Economic Development and Cultural Change*. el 1 de enero de 2022;70(2):865–99.
83. Gaspe MS, Fernández M del P, Cardinal MV, Enriquez GF, Rodríguez-Planes LI, Macchiaverna NP, et al. Urbanisation, risk stratification and house infestation with a major vector of Chagas disease in an endemic municipality of the Argentine Chaco. *Parasites & Vectors*. el 18 de junio de 2020;13(1):316.
84. Delgado S, Ernst KC, Pumahuanca MLH, Yool SR, Comrie AC, Sterling CR, et al. A country bug in the city: urban infestation by the Chagas disease vector *Triatoma infestans* in Arequipa, Peru. *International Journal of Health Geographics*. el 30 de octubre de 2013;12(1):48.

85. de Sousa Pereira H, Scofield A, Júnior PSB, Lira dos Santos D, de Sousa Siqueira J, Chaves JF, et al. Chagas disease in urban and peri-urban environment in the Amazon: Sentinel hosts, vectors, and the environment. *Acta Tropica*. el 1 de mayo de 2021;217:105858.
86. Khatchikian CE, Foley EA, Barbu CM, Hwang J, Ancca-Juárez J, Borrini-Mayori K, et al. Population Structure of the Chagas Disease Vector *Triatoma infestans* in an Urban Environment. Donnelly M, editor. *PLoS Negl Trop Dis*. el 3 de febrero de 2015;9(2):e0003425.
87. Andrade-Pacheco R, Rerolle F, Lemoine J, Hernandez L, Meité A, Juziwelo L, et al. Finding hotspots: development of an adaptive spatial sampling approach. *Sci Rep*. el 2 de julio de 2020;10:10939.
88. Cutervo, Provincia de Cutervo, Lugares Turísticos de Cutervo, Turismo en Cutervo, Calendario festivo de Cutervo, Poetas y escritores de Cutervo [Internet]. [citado el 17 de marzo de 2023]. Disponible en: <http://www.cajamarca-sucesos.com/cutervo/cutervo.htm>
89. Chipeta MG, Terlouw DJ, Phiri KS, Diggle PJ. Adaptive Geostatistical Design and Analysis for Sequential Prevalence Surveys. :22.
90. Meta for Business [Internet]. [citado el 11 de agosto de 2025]. Meta Ads - Reach Customers Online with Ads on Facebook, Instagram, Messenger & WhatsApp. Disponible en: <https://www.facebook.com/business/ads>
91. Piccoli E. Las rondas campesinas y su reconocimiento estatal, dificultades y contradicciones de un encuentro: un enfoque antropológico sobre el caso de Cajamarca, Perú. *Nueva Antropología Revista de Ciencias Sociales*, ISSN 0185-0636, N° 71, 2010, pags 93-113. el 1 de diciembre de 2009;22.
92. “Rondas campesinas”: Peasant justice in a Peruvian village - ProQuest [Internet]. [citado el 3 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.proquest.com/openview/f63e20836a8034278f99c6aad8dde925/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
93. Fabian-Arias E, Ticse JCP, Guadalupe ERH, Baldeón LMV, Meza CYB. Impacto del programa juntos en las necesidades básicas insatisfechas, pobreza, salud y educación en los beneficiarios de la región Junín. *RSocialium*. el 5 de julio de 2021;5(2):237–55.
94. Welcome to the QGIS project! [Internet]. [citado el 23 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.qgis.org/en/site/>
95. Posit Support [Internet]. 2024 [citado el 26 de enero de 2024]. Citing RStudio. Disponible en: <https://support.posit.co/hc/en-us/articles/206212048-Citing-RStudio>
96. Chuit R, Cohen JE, Cecere MC, Segura EL, Lauricella MA, Gurtler RE. Influence of humans and domestic animals on the household prevalence of

Trypanosoma cruzi in *Triatoma infestans* populations in northwest Argentina. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. el 1 de junio de 1998;58(6):748–58.

97. Lentini M, Palero D. El hacinamiento: la dimensión no visible del déficit habitacional. *Revista INVI* [Internet]. 1997 [citado el 22 de agosto de 2020];12(31). Disponible en: <http://www.revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/220>
98. McCracken CE, Looney SW. On Finding the Upper Confidence Limit for a Binomial Proportion when Zero Successes are Observed. *J Biom Biostat* [Internet]. 2017 [citado el 26 de octubre de 2025];08(02). Disponible en: <https://www.omicsonline.org/open-access/on-finding-the-upper-confidence-limit-for-a-binomial-proportion-when-zero-successes-are-observed-2155-6180-1000338.php?aid=88180>
99. Built In [Internet]. [citado el 16 de abril de 2025]. An Introduction to the Shapiro-Wilk Test for Normality. Disponible en: <https://builtin.com/data-science/shapiro-wilk-test>
100. Zhang Z. Model building strategy for logistic regression: purposeful selection. *Ann Transl Med*. marzo de 2016;4(6):111.
101. R G, Kp H, C C, S X, K BM, Lm R, et al. Irrigation, migration and infestation: a case study of Chagas disease vectors and bed bugs in El Pedregal, Peru. *PubMed* [Internet]. 2024 [citado el 1 de diciembre de 2024]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39230138/>
102. EPIDAT - Consellería de Sanidade - Servizo Galego de Saúde [Internet]. [citado el 29 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.sergas.es/Saude-publica/EPIDAT?idioma=es>
103. Alarcón de Noya B, Jackson Y. Chagas Disease Epidemiology: From Latin America to the World. En: Pinazo Delgado MJ, Gascón J, editores. *Chagas Disease: A Neglected Tropical Disease* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2020 [citado el 19 de agosto de 2021]. p. 27–36. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-44054-1_2
104. Programa Nacional de Apoyo Directo a los más Pobres - JUNTOS - JUNTOS - Plataforma del Estado Peruano [Internet]. [citado el 16 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.gob.pe/juntos>
105. Vargas F, Córdova Paz Soldán O, Marín C, Jose Rosales M, Sánchez-Gutierrez R, Sánchez-Moreno M. Epidemiology of American trypanosomiasis in northern Peru. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*. octubre de 2007;101(7):643–8.
106. S EM, C CE, V RS, Cuba C, Jurberg J, Galvão C. OBSERVACIONES DE CAMPO Y ALGUNOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS DE LOS

TRIATOMINAE (HEMIPTERA: REDUVIIDAE), VECTORES DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS EN EL NORORIENTE DEL PERÚ. PUEBLO CONTINENTE. 2014;25(1):53–74.

107. Cornetero E. TRUJILLO - PERÚ 2023.
108. Grijalva MJ, Villacis AG, Ocaña-Mayorga S, Yumiseva CA, Moncayo AL, Baus EG. Comprehensive Survey of Domiciliary Triatomine Species Capable of Transmitting Chagas Disease in Southern Ecuador. PLOS Neglected Tropical Diseases. el 6 de octubre de 2015;9(10):e0004142.
109. Grijalva MJ, Palomeque-Rodriguez FS, Costales JA, Davila S, Arcos-Teran L. High Household Infestation Rates by Synanthropic Vectors of Chagas Disease in Southern Ecuador. JOURNAL OF MEDICAL ENTOMOLOGY. 2005;42(1).
110. A Sandoval-Ruiz C, Guevara R, Ibáñez-Bernal S. Household risk factors associated to infestation of *Triatoma dimidiata*, the Chagas disease vector in Central Region of Veracruz, Mexico. Salud Publica Mex. el 5 de marzo de 2014;56(2):213.
111. Koyoc-Cardena E, Medina-Barreiro A, Escobedo-Ortegón FJ, Rodríguez-Buenfil JC, Barrera-Pérez M, Reyes-Novelo E, et al. CHICKEN COOPS, *Triatoma dimidiata* INFESTATION AND ITS INFECTION WITH *Trypanosoma cruzi* IN A RURAL VILLAGE OF YUCATAN, MEXICO. [citado el 7 de marzo de 2025]; Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rimts/a/VgQgNDmVqfbRcTrsMvKLFNN/?lang=en>
112. Provecho YM, Fernández M del P, Salvá L, Meli S, Cano F, Sartor P, et al. Urban infestation by *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae), an overlooked phenomena for Chagas disease in Argentina. Mem Inst Oswaldo Cruz [Internet]. el 2 de junio de 2021 [citado el 19 de agosto de 2021];116. Disponible en: <http://www.scielo.br/j/mioc/a/YCZq5C9gC3ybTkngsXfW4Fn/?lang=en>
113. Cavallo MJ, Amelotti I, Abrahan L, Cueto G, Gorla DE. Rural houses infestation by *Triatoma infestans* in northwestern Argentina: Vector control in a high spatial heterogeneous infestation area. PLOS ONE. el 2 de agosto de 2018;13(8):e0201391.
114. Porcasi X, Hrellac H, Catalá S, Moreno M, Abrahan L, Hernandez L, et al. Infestation of rural houses by *Triatoma infestans* in the region of Los Llanos (La Rioja, Argentina). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. el 1 de marzo de 2007;102:63–8.
115. Grijalva M, Villacis A, Moncayo A, Ocaña-Mayorga S, Yumiseva C, Baus E. Distribution of triatomine species in domestic and peridomestic environments in central coastal Ecuador. PLOS Neglected Tropical Diseases. el 2 de octubre de 2017;11:e0005970.

116. Ocana-Mayorga S, Bustillos JJ, Villacís AG, Moncayo AL, Yumiseva CA, Brenière SF, et al. Human Blood Meals in Sylvatic Triatomines Challenges Domestic-Centered Strategies for Prevention of *Trypanosoma cruzi* Transmission in Ecuador. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. el 1 de diciembre de 2021;105(6):1767–71.
117. Cohen JE, Gürtler RE. Modeling Household Transmission of American Trypanosomiasis. *Science*. el 27 de julio de 2001;293(5530):694–8.
118. Hotúa-López LC, Cerón-Muñoz MF, Zaragoza-Martínez M de L, Angulo-Arizala J. Avicultura de traspatio: aportes y oportunidades para la familia campesina. *Agronomía Mesoamericana*. el 1 de septiembre de 2021;1019–33.
119. La agricultura familiar peruana. Situación Post COVID-19 y Perspectivas | FAO [Internet]. [citado el 14 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1601277/>
120. Sankhyan V, Katoch S, Thakur D, Dinesh K, Patial S, Bhardwaj N. Analysis of characteristics and improvement strategies of rural poultry farming in north western Himalayan state of Himachal Pradesh, India. *Livestock Research for Rural Development*. el 1 de diciembre de 2013;25.
121. Santos ME. Desafíos en el diseño de medidas de pobreza multidimensional.
122. Clausen J, Trivelli C. EXPLORANDO LA POBREZA MULTIDIMENSIONAL RURAL:
123. Dorn P, Monroy C, Stevens L. Sustainable, integrated control of native vectors: The case of Chagas disease in Central America. *Frontiers in Tropical Diseases*. el 1 de septiembre de 2022;3:971000.
124. Dumonteil E, Nouvellet P, Rosecrans K, Ramirez-Sierra MJ, Gamboa-León R, Cruz-Chan V, et al. Eco-Bio-Social Determinants for House Infestation by Non-domiciliated *Triatoma dimidiata* in the Yucatan Peninsula, Mexico. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. el 26 de septiembre de 2013;7(9):e2466.

9 ANEXOS

ANEXO 1 APROBACION DE ESTUDIO MADRE

University of Pennsylvania
Office of Regulatory Affairs
3624 Market St., Suite 301 S
Philadelphia, PA 19104-6006
Ph: 215-573-2540/ Fax: 215-573-9438
INSTITUTIONAL REVIEW BOARD
(Federalwide Assurance # 00004028)

19-May-2016

Michael Z Levy
mzlevy@mail.med.upenn.edu

PRINCIPAL INVESTIGATOR	: Michael Z Levy
TITLE	: Investigating Human Search Strategies for Triatomine Bugs in Arequipa, Peru with Incentives in the Context of Prior Risk Information
SPONSORING AGENCY	: No Sponsor Number
PROTOCOL #	: 824603
REVIEW BOARD	: IRB #8

Dear Dr. Levy:

The office of regulatory affairs reviewed the above-referenced research proposal on 5/18/2016 and determined that the criteria for approval by the IRB are met. However, there is an outstanding issue (noted below) that will need to be addressed before approval can be granted.

Please note that research involving human subjects cannot begin at this time.

Principal investigators are responsible for assuring final approval/obtaining permission from other applicable school, department, center or institute review committee(s). This includes, but is not limited to, the University of Pennsylvania Cancer Center Clinical Trials Scientific Review and Monitoring Committee (CTSRMC), Institutional Bio-safety Committee (IBC), Standing Conflict of Interest (COI) Committee and institute review committee(s) outside of University of Pennsylvania.

Issue(s) to address:

NOTE: Thank you for confirming that the University of Peru Cayetano Heredia IRB review is pending. Please provide documentation of approval once available. If revisions to the study documents are required, please submit a separate modification for review to incorporate any changes made in response to their review.

NOTE: The CITI training certificate for Dr. Castillo has expired. Please have Dr. Castillo complete the Human Subjects Protection Refresher module and submit his certificate of completion with the next modification. Please note that he may not participate in any research-related activities until the training is renewed.

And once obtained, the IRB will grant the final approval for this proposal and stamp any informed consent form(s) provided if applicable.

Documents submitted for review:

- HS ERA Initial Application, confirmation code: cahbchfh, submitted 5/17/16
- Informed Consent Form (Adults, English), uploaded 5/17/16
- Informed Consent Form (Adults, Spanish), uploaded 5/10/16
- Response Cover Letter, dated 5/17/16
- CITI Training Report of Completion for Erica Billig, passed 4/20/16

If your protocol was originally submitted via the online HS-ERA application system, please do not submit paper documents but submit these letters of permission or approval letters via email.

If you have any questions about the information in this letter, please contact the IRB administrative staff. Contact information is available at our website: <http://www.upenn.edu/IRB/directory>.

Thank you for your cooperation.

Sincerely,

**Tiffany
Finn**

IRB Administrator

Digitally signed by Tiffany Finn
Reason: I attest to the accuracy
and integrity of this document
Date: 2016.05.23 13:38:12
-04'00'

ANEXO 2 INSTRUMENTO USADO EN LA VIGILANCIA VECTORIAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

Detalles de búsqueda

Provincia*

1

Distrito*

Localidad*

Vivienda*

☐ Observaciones

Fecha*

2022-01-23

Características del predio*

Casa regular

Estado de la Inspección*

Inspección

	Lugar Inspección*	Chiris	Rastros
INTRA	☐	☐	☐
PERI	☐	☐	☐

Cuántas personas viven en el predio?

1

Qué animales hay?

☐ Perros

☐ Gatos

☐ Aves de corral

☐ Cuyes

☐ Conejos

☐ Otros

Enviar

Limpiar

Close

Encuesta Entomológica

Provincia*

1

Distrito*

Localidad*

Vivienda*

Fecha*

2023-03-27

Características del predio*

Vivienda habitada

Estado de la Inspección*

Cerrada

☐ Observaciones

CIMEX

1.- En el último año, ¿Algún miembro del hogar ha sido picado por insectos al interior de la vivienda?

2.- ¿Conoce usted este insecto? (Se le enseña la placa con ciclo de vida de chinches. Después de obtener respuesta del poblador, indicar que son "Chinches de cama" si el poblador no los conoce.

3.- En el último año, ¿Ha visto chinches de cama en su vivienda?

Enviar

DATOS INTRA DOMICILIO

☒ DORMITORIOS

1

Materiales

- ☐ ladrillo pircado
- ☐ ladrillo noble
- ☐ bloqueta pircado
- ☐ bloqueta noble
- ☐ piedra pircado
- ☐ piedra noble
- ☐ sillar pircado
- ☐ sillar noble
- ☐ noble
- ☐ adobe
- ☐ calamina
- ☐ madera
- ☐ estera
- ☐ metal
- ☐ drywall
- ☐ eternit
- ☐ plástico
- ☐ tela
- ☐ cartón
- ☐ malla

☐ COCINAS

☐ SALAS

DATOS PERI DOMICILIO

- ☐ PERROS
- ☐ GATOS
- ☐ AVES CORRAL
- ☐ CUYES
- ☐ CONEJOS
- ☐ CABALLOS
- ☐ CERDOS
- ☐ VACAS
- ☐ OVEJAS
- ☐ OTRO ANIMAL
- ☐ PERI

DATOS PERI DOMICILIO

☒ PERROS

- Material predominante perrera
- ☐ ladrillo pircado
 - ☐ ladrillo noble
 - ☐ bloqueta pircado
 - ☐ bloqueta noble
 - ☐ piedra pircado
 - ☐ piedra noble
 - ☐ sillar pircado
 - ☐ sillar noble
 - ☐ noble
 - ☐ adobe
 - ☐ calamina
 - ☐ madera
 - ☐ estera
 - ☐ metal
 - ☐ drywall
 - ☐ eternit
 - ☐ plástico
 - ☐ tela
 - ☐ cartón
 - ☐ malla

DATOS SOBRE RASTROS

RASTROS	Triatomino	Huella	Exhuvia	Huevo
Intra	☐	☐	☐	☐
Peri	☐	☐	☐	☐
☐ Observaciones				

ANEXO 3 CONSENTIMIENTO INFORMADO INVESTIGACION I

Consentimiento para participar en un estudio de investigación - ADULTOS -

Instituciones : Universidad Peruana Cayetano Heredia – UPOCH y Universidad de Pensilvania
Investigadores : Dr. Michael Z. Levy, Dr. Ricardo Castillo Neyra.
Título : "Investigación de Estrategias Humanas de Búsqueda de Triatominos en Arequipa, Perú, con Información Previa de Probabilidades e Incentivos".

Propósito del Estudio:

Lo estamos invitando a participar en un estudio llamado: "Investigación de Estrategias Humanas de Búsqueda de Triatominos en Arequipa, Perú, con Información Previa de Probabilidades e Incentivos". Este es un estudio desarrollado por investigadores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y la Universidad de Pensilvania. Estamos realizando este estudio para comprender cómo los participantes como Usted, cambian sus patrones de búsqueda cuando se les proveen mapas de riesgo y diferentes tipos de incentivos. En especial queremos aplicar esta información para la búsqueda de triatominos en Arequipa.

Procedimientos:

Si usted acepta participar en éste estudio se le pedirá que realice lo siguiente:

1. Se le dará un mapa que muestra un distrito de Arequipa con/sin información sobre qué tan probable es encontrar triatominos ("chirimachas"), en diferentes zonas.
2. Llevará un GPS para registrar su ruta mientras realiza la búsqueda de triatominos.
3. Se le informará cómo va a ser evaluado y en base a ésta evaluación Usted podrá recibir incentivos económicos. Puede ver más detalle sobre éstos incentivos en el cuadro adjunto a éste documento.

Este estudio se realizará aproximadamente durante cinco años y será llevado a cabo durante su tiempo regular de trabajo por varias semanas.

La participación en el estudio, no va a implicar realizar alguna otra actividad que no sea la que realiza diariamente durante su trabajo de campo que es la búsqueda de triatominos, por lo que Usted trabajará su horario normal (6 horas máximo de trabajo en campo). El traslado desde las oficinas del Proyecto Chagas a la zona de trabajo en campo se hará en vehículo particular (taxi) o en bus.

Antes de iniciar el trabajo de campo, tendrá que completar una encuesta sobre su comprensión de los mapas de riesgo que utilizaremos en este estudio y, realizará búsquedas simuladas en la oficina, usando mapas de riesgo. En éstos mapas simularemos la presencia de triatominos y elegiremos aleatoriamente casas secretas. Usted recibirá incentivos por buscar y encontrar triatominos en casas secretas de una manera similar a los incentivos que recibirá en el estudio en campo, pero los incentivos para las búsquedas simuladas se limitarán a un máximo de \$10 por día.

Riesgos:

Este estudio no tiene riesgos mayores para los participantes debido a que las actividades de búsqueda de triatominos puerta a puerta de éste estudio no son distintas de las que usted realiza en su trabajo diario. Usted puede sentirse incómodo al saber que sus movimientos durante su participación en este estudio se siguen por GPS, y que los investigadores tengan acceso a sus movimientos diarios. Además, recibir más o menos incentivos basados en su rendimiento en el estudio le puede causar angustia.

05 de Julio del 2016

Versión 1.1



APROBADO

F. APROBACIÓN 08/07/2016

Página 1 de 4

En caso se presente, procederemos según el manual de seguridad ocupacional de la UPOCH, llevando al miembro del equipo a que reciba un chequeo médico, brindándole los medicamentos que fueron recetados, y permitiéndole el descanso médico indicado. Todos los gastos de traslado, atención, medicamentos, entre otros, serán cubiertos por el Proyecto Chagas en Arequipa.

Beneficios:

Este estudio contribuirá a fortalecer los esfuerzos de vigilancia entomológica para mejorar la salud pública en Arequipa. Los participantes no recibirán beneficios directos por su participación.

Costos e incentivos

Usted no deberá pagar nada por participar en el estudio. Si pierde el GPS que usa en el estudio o algún otro material del estudio, no deberá pagar nada. Si decide participar en el estudio, lo cual es voluntario, recibirá incentivos de acuerdo a su desempeño durante la fase de búsqueda de insectos triatomíneos del estudio.

Los montos de dichos incentivos serán de acuerdo a la evaluación de las actividades en campo y estos incentivos son completamente separados de su remuneración mensual y no afectarán negativamente su sueldo.

Mayor información sobre los incentivos y los montos que Usted podría recibir se encuentran en el cuadro de incentivos en el suplemento al consentimiento informado. El monto máximo que Usted podría recibir por mes es \$100 y se pagará a fin de cada mes en efectivo. Si gana \$100 antes de fin de mes, podrá continuar su participación en el estudio durante ese mes, pero el pago de cualquier incentivo que obtenga en el resto del mes será diferido hasta el fin del siguiente mes.

Su plan de incentivos será asignado aleatoriamente. Este cuadro de incentivos será modificado cada mes y Usted será reasignado a un nuevo esquema de incentivos si decide continuar su participación. Si la estructura de incentivos es modificada, le brindaremos un nuevo cuadro con los diferentes planes de incentivos. Usted podrá decidir si desea continuar siendo parte del estudio en cualquier momento, incluso antes o después de que se modifique la estructura de incentivos.

Confidencialidad:

Nosotros guardaremos su información con códigos y no con nombres. Si los resultados de este seguimiento son publicados, no se mostrará ninguna información que permita la identificación de las personas que participan en este estudio. Los archivos con la información y datos no serán mostrados a ninguna persona ajena al estudio.

Además, su participación en este estudio no tendrá ninguna consecuencia sobre su empleo en el Proyecto Chagas en Arequipa de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Los datos del estudio no serán reportados a su supervisor.

Uso futuro de la información obtenida:

Los datos obtenidos de este estudio podrán ser utilizados por otros estudios en el futuro, pero esos datos no contendrán datos personales identificables.

Derechos del participante:

Si usted decide participar en el estudio, puede retirarse de éste en cualquier momento, o no participar en una parte del estudio sin perjuicio alguno. Si tiene alguna duda adicional, por favor pregunte al personal del estudio, o llamar al Dr. Michael Z. Levy o al Dr. Ricardo Castillo Neyra, al teléfono 054-421625.



APROBADO

F. APROBACIÓN 08/07/2016

Si usted tiene preguntas sobre los aspectos éticos del estudio, o cree que ha sido tratado injustamente puede contactar con la Dra. Frine Samalvides Cuba, Presidente del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, teléfono 01- 319000 anexo 2271.

CONSENTIMIENTO

Acepto voluntariamente participar en este estudio, comprendo que cosas me pueden pasar si participo en el proyecto. También entiendo que puedo decidir no participar y que puedo retirarme del estudio en cualquier momento.

Participante

Nombre:
DNI:

Fecha

Testigo

Nombre:
DNI:

Fecha

Reclutador UPCH

Nombre:
DNI:

Fecha



APROBADO

F. APROBACIÓN: 08/07/2016

ANEXO 4 CONSENTIMIENDO INFORMADO INVESTIGACIÓN II

PI: Claudia Rebeca ~~Arevalo~~ Nieto

Confidencialidad:

Toda la información obtenida se manejará de forma confidencial. Nosotros guardaremos su información con códigos y no con nombres para evitar que sea identificada por personas ajenas al proyecto. No se mostrará información alguna que permita la identificación de las viviendas que participan en el estudio.

Derechos del participante:

Usted puede decidir no participar de la vigilancia entomológica sin perjuicio alguno. Además, si tiene alguna duda adicional, por favor pregúntele al personal del estudio, o puede llamar a la Magister Claudia Rebeca ~~Arevalo~~ Nieto al teléfono 935421247.

CONSIDERACIONES ÉTICAS.

El Comité Institucional de Ética está conformado por personas independientes de los investigadores, cuya función es vigilar que se respeten la dignidad y derechos de los participantes en el diseño y desarrollo de los proyectos de investigación. Si tiene alguna pregunta acerca de sus derechos como sujeto de investigación, si cree que ha sido dañado por estar en el estudio, o si tiene preguntas sobre los aspectos éticos del estudio, puede contactarse con: Dr. Luis Arturo Saona Ugarte, presidente del Comité Institucional de Ética- Humanos, de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, teléfono 01- 319000 anexo 201355, E-mail: duict.cieh@oficinas-upch.pe.

CONSENTIMIENTO

Acepto voluntariamente participar en la vigilancia entomológica y permitir el ingreso a mi vivienda, comprendo los beneficios y riesgos de participar. También entiendo que puedo decidir no participar y retirarme si lo deseo en cualquier momento.

Participante

Nombre:

DNI:

Fecha

Testigo

Nombre:

DNI:

Fecha

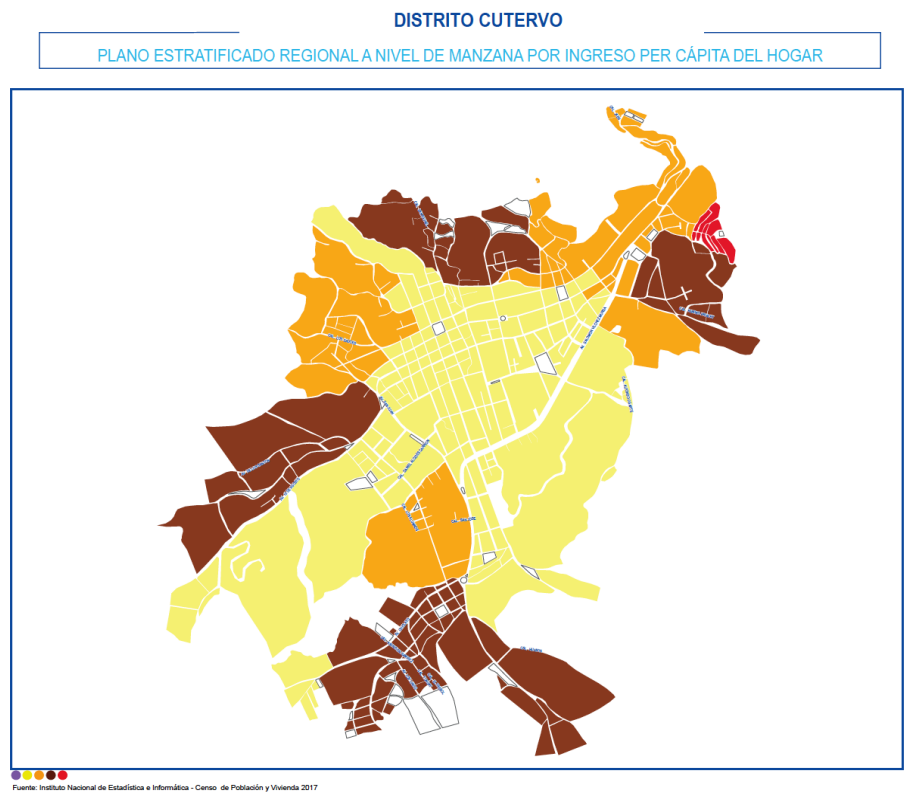
Persona que toma el consentimiento

Nombre:

DNI:

Fecha

ANEXO 5 MAPA INGRESOS ECONÓMICOS CIUDAD DE CUTERVO



Anexo 5. Mapa del distrito urbano de Cutervo, obtenido de la página institucional, separado por niveles de ingreso económico según INEI (79). Los colores indican los niveles de ingreso, desde el bajo hasta el alto nivel e ingreso económico (rojo, naranja, café y amarillo respectivamente). En nuestro estudio, lo categorizamos en dos alto y bajo, debido a la poca frecuencia de los niveles intermedios.

ANEXO 6 ESTRUCTURAS DE CRIANZA DE AVES DE CORRAL Y MATERIALES ASOCIADOS EN EL CENTRO POBLADRO RURAL AULLAN.



Anexo 6.1. Estructuras usadas para la crianza y mantenimiento de las aves domésticas (pollos y gallinas). Como se observa, estas estructuras, se ubican al exterior de la vivienda, pero en contacto con los dormitorios o los ambientes interiores.



Anexo 6.2. Aquí podemos observar como la madera forma parte de las vigas de sostenimiento de la vivienda, pero que son usados como armarios improvisados dentro y fuera de la vivienda. Estos se usan para cualquier tipo de enser, ropa, alimentos animales muertos para disecar, etc. Aullan-2023. Créditos (Claudia Arevalo)



Anexo 6.3. Pilas de madera usada como combustibles, además de los aleros del techo donde se ubican los nidos de aves. Aullan-2023. Créditos (Claudia Arevalo)



Anexo 6.4. En esta imagen podemos ver las pilas de tejas, alrededor de la vivienda como se encuentran en muchas de las viviendas del Centro Poblado Rural Aullan. Aullan-2023 (Creditos Claudia Arevalo).