

Artículo Original

## Implementación de barreras físicas para el control de roedores en residencias familiares periféricas a centros de abastecimiento de alimentos

### *Implementation of physical barriers to control rodents in peripheral family residences to food supply centers*

<https://doi.org/10.52808/bmsa.7e6.626.029>

Francisco Cyl Godiño Poma <sup>1,\*</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-3656-2852>

Milka Gloria Godiño Poma <sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-6443-0593>

Recibido: 14/07/2022

Aceptado: 09/11/2022

### RESUMEN

Las especies *Rattus norvegicus* y *R. rattus* son originarias de Asia y hasta la fecha están presentes en todo el globo junto a los humanos. Estos roedores han introducido microorganismos patógenos como p.ej. *Yersinia pestis*, *Bartonella* y hantavirus en muchas áreas geográficas nuevas. Además, las ratas han adquirido nuevos macroparásitos fuera de sus áreas de distribución nativas y actúan como transmisores eficientes de patógenos entre la vida silvestre, animales domésticos, vectores y humanos. Por otro lado, los roedores dañan y contaminan mucha más comida de la que consumen. Cuando roen, dañan las instalaciones de embalaje y almacenamiento utilizadas para almacenar y transportar la comida. Los roedores contaminan los alimentos principalmente a través de sus excrementos, pelo y orina. Especies de ratas comensales como *R. rattus* y *R. norvegicus* producen alrededor de 40 excrementos al día cada uno. Si uno solo de estos excrementos se encuentra en su camino hacia los alimentos destinados a humanos existe la posibilidad de que los alimentos serán rechazados por inadecuados y su valor se reducirá significativamente. La finalidad de este trabajo, es disponer de barreras físicas con el fin de controlar la permanencia de roedores en residencias familiares periféricas alrededor de conglomerados de abastecimiento de alimentos en la ciudad de Huancayo, Perú. Los resultados mostrados en esta investigación, diagnosticaron una alta infestación de roedores en área circundantes del mercado de la ciudad de Huanuco de acuerdo a las zonas urbanizadas. El 100% de las residencias que se acogieron a los métodos de barrera física para el control de roedores, mostró un mayor impacto en algunas zonificadas que en otras. Este impacto se asoció significativamente con la implementación de barreras físicas.

**Palabras clave:** ratas, barrera física, control, abastecimiento de alimentos.

### ABSTRACT

*Rattus norvegicus and R. rattus are native to Asia and to date are present all over the globe alongside humans. These rodents have introduced pathogenic microorganisms such as Yersinia pestis, Bartonella and hantaviruses into many new geographical areas. In addition, rats have acquired new macroparasites outside their native ranges and act as efficient transmitters of pathogens between wildlife, domestic animals, vectors, and humans. On the other hand, rodents damage and contaminate much more food than they consume. When they gnaw, they damage packaging and storage facilities used to store and transport food. Rodents contaminate food mainly through their droppings, hair, and urine. Commensal rat species such as R. rattus and R. norvegicus each produce around 40 droppings per day. If even one of these droppings finds its way into food intended for humans, there is a chance that the food will be rejected as unsuitable and its value will be significantly reduced. The purpose of this work is to have physical barriers in order to control the permanence of rodents in peripheral family residences around food supply conglomerates in the city of Huancayo, Peru. The results shown in this investigation, diagnosed a high infestation of rodents in the area surrounding the market of the city of Huanuco according to the urbanized areas. 100% of the residences that used physical barrier methods to control rodents showed a greater impact in some zoned areas than in others. This impact was significantly associated with the implementation of physical barriers.*

**Keywords:** rats, physical barrier, control, food supply.

<sup>1</sup> Universidad Peruana Los Andes, Huancayo, Perú.

\*Autor de Correspondencia: [d.fgodino@upla.edu.pe](mailto:d.fgodino@upla.edu.pe)

### Introducción

Varios patógenos zoonóticos transmitidos por ratas y sus enfermedades asociadas, como las infecciones por hantavirus y la leptospirosis, han surgido o resurgido recientemente en Europa (Verner *et al.*, 2015; Pijnacker *et al.*, 2016). Las mutaciones ahora están bien documentadas en países como Gran Bretaña (Buckle, 2013). A mayor número de ratas mayor es la probabilidad de contacto con los humanos y, en consecuencia, el riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas es mayor (Puckett *et al.*, 2016). Las ratas castañas y negras (*R. rattus*, Linneaus, 1758 & *Rattus norvegicus*, Berkenhout, 1769) son originarias de Asia y hasta la fecha están presentes en todo el globo junto a los humanos (Aplin *et al.*, 2003; Puckett *et al.*, 2016; Zeng *et al.*, 2017). Estos roedores han introducido microorganismos patógenos como *Yersinia pestis*, *Bartonella* y hantavirus en muchas áreas geográficas nuevas (Ellis *et al.*, 1999; Gage & Kosoy, 2005; Lin *et al.*, 2012; Morand *et al.*, 2015). Además, tanto las ratas negras como las marron han adquirido nuevos macroparásitos fuera de sus áreas de distribución nativas (Wells *et al.*, 2015). Por lo tanto, ellas actúan como transmisores eficientes de patógenos entre la vida silvestre, animales domésticos, vectores y humanos. El

patógeno más infame que se sabe que se transmite de roedores a humanos es *Yersinia pestis*, causando la peste, por medio de vectores como las pulgas de las ratas (*Xenopsylla cheopis*) (Gage & Kosoy, 2005). El virus de *Lassa*, que causa fiebre hemorrágica es muy mortal y es común en África occidental, se transmite principalmente directa o indirectamente (Lecompte *et al.*, 1971; Ogbu *et al.*, 2007; Azeez, 2016). El hantavirus de Seúl (SEOV), que causa enfermedades graves se encuentra principalmente en las ratas marrón de China y al sureste de Asia, pero también está presente en otros lugares del mundo (Lin *et al.*, 2012). La enfermedad causada por SEOV causa fiebre alta, fatiga y problemas severos renales que puede conllevar a la muerte en intervalo del 2-3% (Meerburg *et al.*, 2009; Strand & Lundkvist, 2019).

Por otro lado, los roedores dañan y contaminan mucha más comida de la que consumen. Cuando roen, dañan las instalaciones de embalaje y almacenamiento utilizadas para almacenar y transportar la comida. La comida se pierde por derrames y desperdicios, y también porque ya no se pueden catalogar como apta para el consumo humano (Hunter, 1980). Los roedores contaminan los alimentos principalmente a través de sus excrementos, pelo y orina. Especies de ratas comensales como *R. rattus* y *R. norvegicus* producen alrededor de 40 excrementos al día cada uno. Si uno solo de estos excrementos se encuentra en su camino hacia los alimentos destinados a humanos existe la posibilidad de que los alimentos serán rechazados por inadecuados y su valor se reducirá significativamente. La orina es mucho más difícil de detectar, pero la misma infestación de ratas producirá unos 54L de orina durante el año. No es sorprendente que los alimentos contaminados por roedores son rechazados por procesadoras y consumidores (Gecan *et al.*, 1980). Las estimaciones de las pérdidas de alimentos almacenados varían considerablemente (Hopf *et al.*, 1976) y dependen del producto, el sitio y la forma en que se realizan los cálculos de pérdida. En general, sin embargo, las pérdidas son mayores en los países tropicales y subtropicales, lo que refleja no sólo un problema de roedores más extenso sino por las técnicas de almacenamiento que son menos sofisticadas. Las estimaciones de pérdidas van desde cero a una fracción de un porcentaje hasta un 50% o más (Smith & Meyer, 2015).

La forma más obvia de lidiar con una plaga que está causando daño es eliminar la plaga, lo que generalmente significa matar al animal. Sin embargo, este enfoque puede no ser ni el más efectivo ni el más económico en la práctica. Algunas poblaciones de plagas pueden estar cerca de un equilibrio determinado por factores limitantes en su ambiente; para poblaciones en equilibrio, una reducción en el número de plagas y daños no se detendrán a menos que se mantenga la matanza. Incluso para plagas caracterizadas por dinámicas de población irruptivas más allá del equilibrio, el control letal por sí solo puede no estar a la altura del rendimiento reproductivo durante la acumulación de un brote. El control efectivo de plagas debe tener en cuenta la dinámica temporal de la población de plagas. La exclusión mediante barreras físicas contra roedores es especialmente útil en el entorno alimentario; el uso de biocidas rodenticidas puede ser complejo y limitado, ya que estos productos no deben aplicarse ni almacenarse de manera que puedan provocar la contaminación de los alimentos o la creación de condiciones insalubres. Una opción segura y efectiva, que puede reducir o eliminar la necesidad de aplicar rodenticidas, es la exclusión o método de crear barreras físicas para evitar que las plagas, en este caso los roedores, puedan acceder al interior de los edificios. La exclusión es fundamental para la seguridad alimentaria. Simple y llanamente, hay que mantener a los roedores fuera. Pero, el asunto no es para nada fácil, ya que ratas y ratones son prácticamente implacables en su búsqueda de alimento y refugio.

La exclusión de roedores de una mercancía o estructura en riesgo puede tomar muchas formas, y podría estar muy cerca del elemento a proteger (por ejemplo, un protector de árboles) o una barrera de entrada a un área grande (por ejemplo, una cerca eléctrica). La característica esencial de la exclusión es que debe tener en cuenta tanto la capacidad física como la biológica de las especies de plagas potenciales. Por lo tanto, la rata de techo, *Rattus rattus*, es una mejor trepadora que *Rattus norvegicus* (Rata de Noruega) o *Rattus*, y por lo tanto es menos fácil de excluir de los edificios con aberturas de alto nivel. La rata de Noruega, por el contrario, regularmente excava 30cm bajo tierra, aunque puede ir más profundo (Pisano & Storer, 1948) por lo que los cimientos de la construcción u otras barreras a nivel del suelo deben tener en cuenta esto y bajar por lo menos 45cm. La rata de Noruega también es suficientemente potente para saltar 75cm en vertical y trepar más alto para lograr su objetivo. En general, los roedores pueden estirarse a través de cualquier abertura por lo que pueda atravesar su cabeza, ya que sus cuerpos son muy flexibles. En consecuencia, las estructuras a prueba de roedores deben tener aberturas no más grandes que las más pequeñas de las plagas de roedores que podría intentar entrar, que en algunos casos es tan pequeño como 6mm en el caso del ratón doméstico, *Mus domesticus*. La exclusión por barreras puede ser costosa y en algunos casos se prefiere la inmigración de estas plagas. Las características esenciales para una buena barrera física pueden ser tomadas como: 1. Los materiales deben ser resistentes a la roedura, por ej. Ladrillos, bloques de hormigón, chapa (preferiblemente de acero galvanizado), de malla fina o metal. 2. Las aberturas deben ser de 6mm como máximo. 3. Los protectores de escalada deben ser lo suficientemente altos, etc. para evitar que los animales salten más allá de estas barreras y lo suficientemente ancho como para evitar que los animales la borden. 4. Las trampas de drenaje evitarán el acceso a través de drenajes y alcantarillas. 5. Las puertas deben mantenerse cerradas y libres de escombros (Smith & Meyer, 2015).

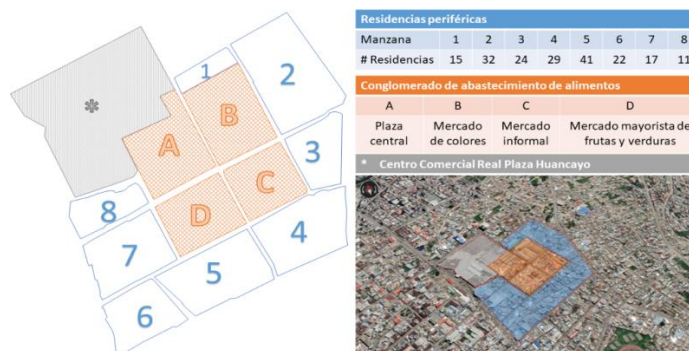
La finalidad de este trabajo, es disponer de barreras físicas con el fin de controlar la permanencia de roedores en residencias familiares periféricas alrededor de conglomerados de abastecimiento de alimentos en la ciudad de Huancayo, Perú.

## Materiales y métodos

Se realizó una investigación exploratoria de campo, para determinar la reducción de las poblaciones de roedores mediante la implementación de barreras físicas en habitaciones residenciales periféricas a centro de abastecimiento de alimentos, en la ciudad de Huancayo durante el periodo de enero a junio del año 2022.

Para ello, se siguió el fundamento metodológico acorde al “Protocolos para la Vigilancia y Control de Roedores Sinantrópicos” dictaminado por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2015).

El conglomerado de centros de abastecimiento de alimentos de Huanuco está conformado por Plaza Central (A), Mercado de colores (B), Mercado informal (C) y Mercado mayorista de frutas y verduras (D); éste colinda con la zona comercial (\*) y 8 manzanas de residencias familiares distribuidas en los cuadrantes del área (Figura 1). El área periféricas o de muestreo estuvo constituido por 8 manzanas y 191 residencias familiares.



**Figura 1. Conglomerado de centros de abastecimiento de alimentos en Huancayo. Zonas Residenciales y de Mercado.**

En la recolección de datos se utilizaron dos instrumentos: una encuesta semiestructurada de 28 ítems cerrados y 5 ítems abiertos, única para cada vivienda. Las encuestas fueron explicadas personalmente a cada uno de los propietarios de las viviendas seleccionadas, el propósito de la investigación, así como los procedimientos a utilizar para la obtención de la información.

### Inspección residencial

Se identificaron signos de infestación por roedores (huellas, roeduras, excrementos, sendas, madrigueras y orina), a través de la observación de pisos, paredes y techos. Así mismo, se movilizaron los diferentes estantes, depósitos de alimentos, entre otros. Este proceso se realizó en dos momentos, repetido a los 63 días posteriores a la primera inspección.

### Captura de roedores

Se colocaron trampas para los roedores durante 3 días y fueron inspeccionadas cada 24 horas de acuerdo a la dirección de las sendas o caminos de los roedores hacia su madriguera. Posteriormente, se procedió a visitar las viviendas seleccionadas en un lapso de 9 semanas realizando igual procedimiento al descrito en los locales comerciales.

### Autoadecuación asistida de los ambientes residenciales

Bajo una visita domiciliar asistida, se inspeccionaron las viviendas en busca de condiciones físicas que facilitarían el paso de roedores: como rejillas, desagües, alcantarillas, luces en puertas, grietas, orificios y aberturas que generalmente quedan en los sistemas de aclimatización de aire. Se capacitó a los residentes en los métodos e implementos de autoadecuación, haciendo hincapié que por una abertura de 2cm y 4cm pueden ingresar ratones y ratas respectivamente.

### Análisis de los datos

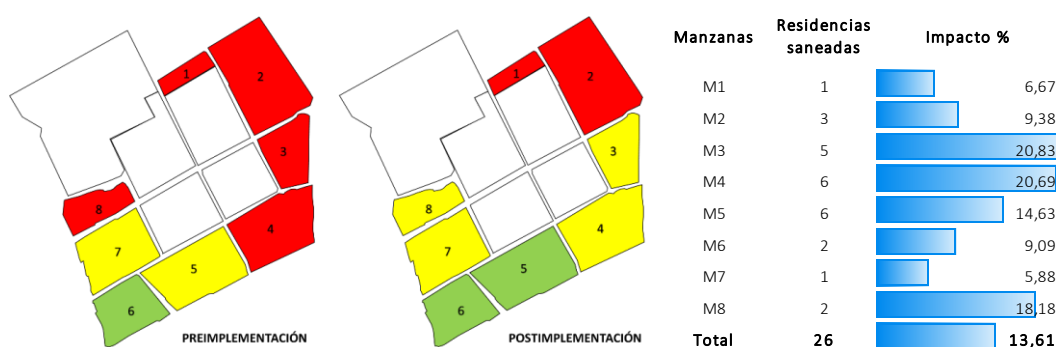
Se estimó el grado de infestación, de acuerdo al número de roedores capturados y a los diferentes signos obtenidos; se aplicaron análisis estadísticos descriptivos e inferencial.

## Resultados

En el diagnóstico previo a la implementación, se encontró un alto índice de infestación en las manzanas M1 a M4, y M8 (73 a 62%), infestación media en M5 y M7 (30 a 41%) y baja en M6 (23%) (Tabla 1) de acuerdo a los límites establecidos por los Protocolos para la Vigilancia y Control de Roedores Sinantrópicos (Figura 2). La caracterización de hallazgos de infestación por roedores consideró signos, ubicación de roeduras y grupos de heces observados y roedores capturados (Tabla 2).

**Tabla 1. Diagnóstico de infestación de roedores y autoadecuación asistida de los ambientes residenciales**

Actividad	Manzana	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	Total
Diagnóstico	# Residencias	13	32	24	29	41	22	17	11	191
	# Residencias Infestadas	11	23	16	18	16	3	7	8	106
	% Infestación	73,33	78,13	66,67	62,07	39,02	22,73	41,18	72,73	55,50
	IC 95%	44,900-92,123	28,023-63,727	43,724-87,610	42,683-81,438	22,873-55,173	7,821-43,370	12,444-67,073	39,026-93,978	48,128-62,807
Preimplementación	Burletes	12	23	16	19	36	21	7	9	143
	Rejillas en drenajes y desagüe	10	24	14	16	37	21	7	7	136
	Sellado de los Sistemas de Acilimantación y Sellado grietas y otros	12	17	10	8	27	17	4	6	101
Implementación (Autoadecuación Asistida de los Ambientes Residenciales)	Sistemas de Acilimantación y Sellado grietas y otros	10	14	9	11	27	12	4	6	99
	# Residencias Infestadas	10	22	11	12	10	3	6	6	80
	% Infestación	66,67	68,75	45,83	41,38	24,39	13,64	35,29	54,55	41,33
IC 95%	32,380-82,176	31,128-86,372	23,816-67,831	21,730-61,029	10,026-32,733	2,906-34,912	14,210-61,672	23,379-83,231	34,626-49,143	



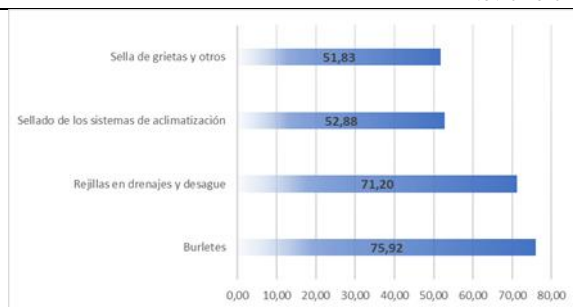
**Figura 2. Impacto de la implementación de barreras físicas para el control de roedores en residencias familiares periféricas o conglomerado de abastecimiento de alimentos.**

El 100% de las residencias (N=191) se acogieron a los métodos de autoadecuación asistida; sin embargo, la adhesión fue diferencial en los tipos de barreras físicas (Tabla 1), cuyos valores porcentuales generales pueden ser observados en la figura 3.

**Tabla 2. Caracterización de hallazgos de infestación por roedores**

Variable	Diagnóstico			
	Preintervención	Postintervención		
<b>Signos de infestación</b>				
Sendas	102	96,23	72	90,00
Heces	91	89,22	54	67,50
Orina	35	38,46	21	26,25
Huellas	28	80,00	16	20,00
<b>Grupos de heces de roedores observados</b>				
2 o menos	24	26,37	5	9,26
3 a 5	26	28,57	12	22,22
6 o más	41	45,06	37	68,52
<b>Ubicación de roedores</b>				
Pisc	106	100,00	72	90,00
Cajas	95	89,62	58	72,50
Madera	46	43,40	39	48,75
Papeles	37	34,91	26	32,50
Alimentos	57	53,77	44	55,00
Otros	17	16,04	21	26,25
<b>Grupos de roedores capturados</b>				
1 a 1C	14	13,21	29	36,25
1.1 a 3C	69	65,09	34	42,5
Más de 3C	23	21,70	17	21,25

La autoadecuación asistida de los ambientes residenciales de barreras físicas, mostró un mayor impacto en M3, M4 y M8 que también se acompañó de mejores prácticas de higiene domiciliar y peridomiciliar. Este impacto se asoció significativamente con la implementación de barreras físicas con un OR de 0,1827 (IC al 95% 0,1285-0,2597), y un valor P<0,001. No obstante, se evidenció la persistencia postimplementación de altos índices de infestación en las manzanas M1 y M2, colidantes al sector B del conglomerado (Figura 2).



**Figura 3. Autoadecuación asistida de la implementación de barreras físicas en los ambientes residenciales.**

## Discusión

Las ratas y ratones son portadores de una gran cantidad de organismos que pueden causar enfermedades, incluyendo, bacterias, virus, protozoos y lombrices. Son capaces de actuar como vectores de muchas enfermedades a través de sus ectoparásitos, como pulgas, garrapatas, piojos y ácaros, así como también de enfermedades que son transmitidas por mosquitos. Se cree que estos roedores han provocado muchas más muertes que todas las guerras juntas de los últimos 1.000 años (Salud Bienestar, 2022).

En términos generales, las poblaciones de roedores requieren tres principales requisitos para sobrevivir: alimento, agua y refugio. Cuanto más abundante sea la disponibilidad de estos factores clave, más probable es que la población prospere. Aunque una escasez de cualquiera de estos factores clave puede limitar la población, es más común la disponibilidad de alimentos que resulta ser el factor limitante, ya sea porque no está disponible en cantidad suficiente, o porque no está disponible de manera consistente y su cambio de disponibilidad en una estación u otra base menos predecible. Tiendas de alimentos con frecuencia, pero no siempre, superan este factor limitante proporcionando alimentos de manera consistente y base no restrictiva. En áreas más secas y áridas, la disponibilidad de agua en lugar de alimentos puede ser limitante. En general, sin embargo, las poblaciones de roedores son capaces de adaptarse para sobrevivir en situaciones de poca disponibilidad de agua. El agua está en cualquier caso disponible con frecuencia en situaciones de almacenamiento, aunque no sea por otra razón que no sea requerido por quienes trabajan en el sitio o por los animales que se mantienen allí (Smith & Meyer, 2015).

Las ratas y ratones no solo influyen en el aspecto sanitario de las poblaciones, sino que se encuentran asociadas a los centros de almacenaje de comida provocando una afectación negativa sobre la economía, ya que causan daños a bolsas, envolturas, estructuras, conductores eléctricos entre otros, y por supuesto en el consumo y contaminación de alimentos, (Murillo & Fruto, 2018). Según Polop (2003) “el tipo de daño que generan los roedores puede ser sobre la economía, en la salud pública o en el ambiente, destruyendo aproximadamente el 20% de los cultivos alimenticios”.

Los resultados mostrados en esta investigación, diagnosticaron una alta infestación de roedores en área circundantes del mercado de la ciudad de Huanuco, siendo las manzanas M1 a M4 y M8 (73 a 62%) las más afectadas, seguido de M5 y M7 con infestación media (30 a 41%) y finalmente M6 (23 %) con baja infestación. En la caracterización se tomaron en cuenta algunos signos físicos de la presencia de estos roedores, así como de roeduras y grupos de heces (Tabla 2). El 100% de las residencias (N=191) se acogieron a los métodos de autoadecuación asistida; sin embargo, la adhesión fue diferencial en los tipos de barreras físicas (Tabla 1), cuyos valores porcentuales generales pueden ser observados en la figura 3. La autoadecuación asistida de los ambientes residenciales de barreras físicas, mostró un mayor impacto en M3, M4 y M8 que también se acompañó de mejores prácticas de higiene domiciliar y peridomiciliar. Este impacto se asoció significativamente con la implementación de barreras físicas.

Singleton *et al.*, (2003) evaluaron el uso de sistemas trampa-barrera (TBS) de diferentes tamaños para evaluar el impacto de *Rattus argentiveter* en campos de arroz previo a la época de cosecha en Java Occidental, Indonesia. Cada TBS tenía un cultivo sembrado dentro de la barrera 3 semanas antes de la cosecha. Se capturaron 2.635 ratas en seis TBS. Se capturaron más ratas en el TBS más grande, pero los niveles de daño por ratas y pérdida de rendimiento en los cultivos cercanos fueron similares para los diferentes tamaños de TBS. Se recomendó un tamaño mínimo de 20m×20m de los TBS cada 10ha como parte del enfoque ecológico integrado para el manejo de roedores. Asimismo, Singleton *et al.*, (1999) recomienda el uso de barreras físicas y cercas para reducir los efectos de los roedores en los almacenes poscosecha y las unidades de producción animal intensiva en combinación con trampas (TC) (Singleton *et al.*, 2005). Para mejorar el control de roedores en estos sistemas, es crucial saber si la reinfestación proviene del exterior o de individuos residentes que no se ven afectados por las medidas de control, además de estimaciones confiables de abundancia tanto antes como después de aplicar el control. La evaluación de la abundancia en este caso no debe requerir una gran inversión de tiempo o dinero y no puede involucrar el contacto directo del personal con los roedores. En este contexto, el uso de índices de infestación basados en signos de presencia o registros de huellas sobre diferentes tipos de materiales puede ser útil (Ahmad *et al.*, 1995; Coto, 1997; Aplin *et al.*, 2003; Shahwar *et al.*, 2015, 2016) pero estos índices se deben calibrar a través de experimentos de eliminación con trampas junto con el monitoreo rutinario de

roedores mediante túneles de rastreo (Brown *et al.*, 1996; Cavia *et al.*, 2019). La impresionante relación costo-beneficio para el TBC+TC necesita ser visto en el contexto que se trataba de estudios experimentales. El reto es transferir esta tecnología rápida y eficazmente a los productores de arroz, y también puede llevarse a cabo en las pequeñas ciudades. Una consideración importante es el tamaño promedio de las explotaciones familiares en el Sudeste Asiático, que es de 0,5 a 1,5ha. Una TBS que encierra 0,25ha podría proporcionar protección a los vecinos agricultores sin que desembolsen una gran cantidad de dinero para materiales, aportando la mano de obra necesaria para mantener el TBS o tomar riesgos concomitantes asociados con colocar una trampa a tiempo en los cultivos y pequeñas ciudades. Por lo tanto, el manejo de roedores será más efectivo si es parte de un enfoque basado en la comunidad al manejo de plagas de roedores.

Finalmente, se recomienda el uso de barreras física para el control de roedores en pequeños espacios donde estas plagas puedan resultar en la transmisión de enfermedades. El desarrollo de estas barreras físicas debe ser un compromiso de toda la comunidad.

### Conflicto de intereses

No se reporta conflicto de intereses.

### Agradecimientos

A voluntarios y participantes.

### Referencias

- Ahmad, E., Hussain, I., & Brooks, J. E. (1995). Losses of stored foods due to rats at grain markets in Pakistan. *Int Biodeterior Biodegradation*, 36(1–2), 125–133. [https://doi.org/10.1016/0964-8305\(95\)00087-9](https://doi.org/10.1016/0964-8305(95)00087-9)
- Aplin, K. P., Brown, P. R., Jacob, J., Krebs, C. J., & Singleton, G. R. (2003). *Field methods for rodent studies in Asia and the Indo-Pacific*. Canberra, Australia: Australian Centre for International Agricultural Research, 223. Disponible en: [https://www.aciar.gov.au/sites/default/files/legacy/node/528/mn100field\\_methods\\_for\\_rodent\\_studies\\_in\\_asia\\_and\\_19800.pdf](https://www.aciar.gov.au/sites/default/files/legacy/node/528/mn100field_methods_for_rodent_studies_in_asia_and_19800.pdf) (Acceso mayo 2022).
- Aplin, K. P., Chesser, T., & Have, J. T. (2003) Evolutionary biology of the genus *Rattus*: profile of an archetypal rodent pest. *ACIAR monograph series*, 96, 487–498. Disponible en: <https://publications.csiro.au/rpr/pub?list=BRO&pid=procite:73bf04f4-34f5-40da-a2fb-3f1a184c444d> (Acceso mayo 2022).
- Azeez-Akande, O. (2016) Review of Lassa fever, an emerging old world haemorrhagic viral disease in sub-Saharan Africa. *African Journal of Clinical and Experimental Microbiology*, 17, 282–289. <https://doi.org/10.4314/ajcem.v17i4.9>
- Brown, K. P., Moller, H., Innes, J., & Alterio, N. (1996). Calibration of tunnel tracking rates to estimate relative abundance of ship rats (*Rattus rattus*) and mice (*Mus musculus*) in a New Zealand forest. *New Zealand Journal of Ecology*, 20, 271–275. Disponible en: <https://newzealandecology.org/nzje/2005> (Acceso mayo 2022).
- Buckle, A. (2013). Resistance in the UK and a new guideline for the management of resistant infestations of Norway rats (*Rattus norvegicus* berk.). *Pest Manag Sci*. 69, 334–341. <https://doi.org/10.1002/ps.3309>
- Cavia, R., Guidobono, J. S., Frascina, J., & Busch, M. (2019) Effects of physical barriers and eradication on recolonization of rodents in poultry farms, *International Journal of Pest Management*, 65(4), 370–380, <https://doi.org/10.1080/09670874.2018.1530485>
- Ellis, B. A., Regnery, R. L., Beati, L., Bacellar, F., Rood, M., Glass, G. G., Marston, E., Ksiazek, T. G., Jones, D., & Childs, J. E. (1999). Rats of the genus *Rattus* are reservoir hosts for pathogenic *Bartonella* species: an Old World origin for a New World disease?. *The Journal of infectious diseases*, 180(1), 220–224. <https://doi.org/10.1086/314824>
- Gage, K. L., & Kosoy, M. Y. (2005). Natural history of plague: perspectives from more than a century of research. *Annual review of entomology*, 50, 505–528. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.50.071803.130337>
- Gecan, J. S., Thrasher, J. J., Eisenberg, W., & Brickey, P. M., Jr (1980). Rodent Excreta Contamination and Insect Damage of Wheat. *Journal of food protection*, 43(3), 203–204. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-43.3.203>
- Hopf, H. S., Morley, G. E. J., & Humphries, J. R. O. (1976). *Rodent Damage to Growing Crops and to Farm and Village Storage in Tropical and Subtropical Regions*. Centre for Overseas Pest Research and Tropical Products Institute, London. Disponible en: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=GB19830843065> (Acceso mayo 2022).

- Hunter, F.A. (1980) Problems encountered in protecting stored grain from damage by rodents, birds, insects and mites in England and Wales. *Progress in Food and Nutrition Science* 4(3-4), 79-90. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7444088/> (Acceso mayo 2022).
- Lecompte, E., Fichet-Calvet, E., Daffis, S., Koulémou, K., Sylla, O., Kourouma, F., Doré, A., Soropogui, B., Aniskin, V., Allali, B., Kouassi Kan, S., Lalis, A., Koivogui, L., Günther, S., Denys, C., & ter Meulen, J. (2006). *Mastomys natalensis* and Lassa fever, West Africa. *Emerging infectious diseases*, 12(12), 1971-1974. <https://doi.org/10.3201/eid1212.060812>
- Lin, X. D., Guo, W. P., Wang, W., Zou, Y., Hao, Z. Y., Zhou, D. J., Dong, X., Qu, Y. G., Li, M. H., Tian, H. F., Wen, J. F., Plyusnin, A., Xu, J., & Zhang, Y. Z. (2012). Migration of Norway rats resulted in the worldwide distribution of Seoul hantavirus today. *Journal of virology*, 86(2), 972-981. <https://doi.org/10.1128/JVI.00725-11>
- Meerburg, B. G., Singleton, G. R., & Kijlstra, A. (2009). Rodent-borne diseases and their risks for public health. *Critical reviews in microbiology*, 35(3), 221-270. <https://doi.org/10.1080/10408410902989837>
- Morand, S., Bordes, F., Chen, H. W., Claude, J., Cosson, J. F., Galan, M., Czirják, G. Á., Greenwood, A. D., Latinne, A., Michaux, J., & Ribas, A. (2015). Global parasite and *Rattus* rodent invasions: The consequences for rodent-borne diseases. *Integrative zoology*, 10(5), 409-423. <https://doi.org/10.1111/1749-4877.12143>
- Murillo Vega, D. P., & Fruto Silva, L. S. (2018). Valoración del impacto sobre la sostenibilidad que provoca la fauna urbana de la especie *R. rattus* en el centro de la ciudad de Barranquilla específicamente en la Carrera 43 con calle 34. Tesis de Grado. Universidad de la Costa. Colombia. Disponible en: <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/202/1045734004%20-%201143454609.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Acceso mayo 2022).
- Ogbu, O., Ajuluchukwu, E., & Uneke, C. J. (2007). Lassa fever in West African sub-region: an overview. *Journal of vector borne diseases*, 44(1), 1-11. Disponible en: <http://www.mrcindia.org/journal/issues/441001.pdf> (Acceso mayo 2022)
- OMS. (2015). Protocolos para la Vigilancia y Control de Roedores Sinantrópicos. Disponible en: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/50507/protocolosvigilancia\\_spa.pdf?sequence](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/50507/protocolosvigilancia_spa.pdf?sequence) (Acceso mayo 2022).
- Pijnacker, R., Goris, M. G., Te Wierik, M. J., Broens, E. M., van der Giessen, J. W., de Rosa, M., Wagenaar, J. A., Hartskeerl, R. A., Notermans, D. W., Maassen, K., & Schimmer, B. (2016). Marked increase in leptospirosis infections in humans and dogs in the Netherlands, 2014. *Euro surveillance: bulletin Europeen sur les maladies transmissibles*, 21(17), 10.2807/1560-7917.ES.2016.21.17.30211. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2016.21.17.30211>
- Pisano, R. G., & Storer, T. I. (1948) Burrows and feeding of the Norway rat. *Journal of Mammalogy* 29, 374-383. <https://doi.org/10.2307/1375126>
- Polop, J. (2003). Manual de control de roedores en Municipios. Argentina: Universidad Nacional de Río Cuarto. Disponible en: <http://www.anlis.gov.ar/inevh/wpcontent/uploads/2016/05/Manual-de-control-de-roedores-en-municipios.pdf> (Acceso mayo 2022).
- Puckett, E. E., Park, J., Combs, M., Blum, M. J., Bryant, J. E., Caccone, A., Costa, F., Deinum, E. E., Esther, A., Himsworth, C. G., Keightley, P. D., Ko, A., Lundkvist, Å., McElhinney, L. M., Morand, S., Robins, J., Russell, J., Strand, T. M., Suarez, O., Yon, L., & Munshi-South, J. (2016). Global population divergence and admixture of the brown rat (*Rattus norvegicus*). *Proceedings. Biological sciences*, 283(1841), 20161762. <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.1762>
- Salud Bienestar (2022). Diario de Sevilla. Disponible en: [https://www.diariodesevilla.es/salud/investigacion-tecnologia/enfermedades-pueden-transmitirse-ratas-a-humanos-mas-comunes\\_0\\_1666033662.html](https://www.diariodesevilla.es/salud/investigacion-tecnologia/enfermedades-pueden-transmitirse-ratas-a-humanos-mas-comunes_0_1666033662.html) (Acceso mayo 2022).
- Shahwar, D; Hussain, I; Anwar, M; Beg, MA; Kawan A. & Akrim, F. (2015). Development of cereal baits and comparative field efficacy of some additives as bait carriers for zinc phosphide and coumatetralyl against rodent pests of poultry farms in Rawalpindi-Islamabad, Pakistan. *Int Biodeterior Biodegradation*. 104, 460-471. Disponible en: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201700113101> (Acceso junio 2022).
- Shahwar, D., Hussain, I., Kawan, A., & Akrim, F. (2016). Influence of bait station design on bait uptake by rodents in poultry farms of Rawalpindi- Islamabad area, Pakistan. *Int Biodeterior Biodegradation*. 107,17-20. Disponible en: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201700123618> (Acceso mayo 2022).

- Singleton, G., & Brown, P. R. (2003). Comparison of different sizes of physical barriers for controlling the impact of the rice field rat, *Rattus argentiventer*, in rice crops in Indonesia. *Crop Protection*, (22), 7-13. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(02\)00060-1](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00060-1)
- Singleton, G. R., Brown, P. R., Pech, R. P., Jacob, J., Mutze, G. J., & Krebs, C. J. (2005). One hundred years of eruptions of house mice in Australia—a natural biological curio. *Biological Journal of the Linnean Society*, 84(3), 617-627. Disponible en: <https://www.zoology.ubc.ca/~krebs/papers/220.pdf> (Acceso mayo 2022).
- Singleton, G. R., Hinds, L. A., Leirs, L., & Zhang, Z. (1999). Ecologically-based rodent management. Canberra, Australia: Australian Centre for International Agricultural Research; 494 pp. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/6472628.pdf> (Acceso mayo 2022).
- Singleton, G. R., Jumanta, S., Tan, T. Q., & Hung, N. Q. (1999). Physical control of rats in developing countries. Disponible en: [https://cc4d3dc4-a-d6d9d6da-s-sites.googlegroups.com/a/irri.org/rodent-management/resources/journal-articles/books-and-book-chapters/ecologicallybasedrodentmanagement/08Singleton.pdf?attachauth=ANoY7cq3s7208Mec6MidUcU1ksTqeGerjD0OQJk2L9HUI0RtxYSqjsYR2LA4OdzsK4hVOgGcvEgp5X28zGgbWAs4091099M0kkQ\\_zJfY4z9yQ07PkheDtSn\\_p-bdmUzEsrIjhXkakTTCQPbv7yf9YOGAFxNcHR7qHqKVPx-MNyD6fTNAj\\_5LOiwZIZh2In-Wfzt3QJ-Yqo0yypKmAR047CF5uooZOTsn9LHIF0qYloj7Du8xvDC7dtrrtvF6nYxJakF9QaxuxSAsHciCBAAXpEXdtlxGPg-VsU\\_JtxXd-JuwolyRhO\\_DR4Uj6hIVfEPoYelEhO5w7fiq8kvpQ3dY5aZAMjs990w%3D%3D&attredirects=0&d=1](https://cc4d3dc4-a-d6d9d6da-s-sites.googlegroups.com/a/irri.org/rodent-management/resources/journal-articles/books-and-book-chapters/ecologicallybasedrodentmanagement/08Singleton.pdf?attachauth=ANoY7cq3s7208Mec6MidUcU1ksTqeGerjD0OQJk2L9HUI0RtxYSqjsYR2LA4OdzsK4hVOgGcvEgp5X28zGgbWAs4091099M0kkQ_zJfY4z9yQ07PkheDtSn_p-bdmUzEsrIjhXkakTTCQPbv7yf9YOGAFxNcHR7qHqKVPx-MNyD6fTNAj_5LOiwZIZh2In-Wfzt3QJ-Yqo0yypKmAR047CF5uooZOTsn9LHIF0qYloj7Du8xvDC7dtrrtvF6nYxJakF9QaxuxSAsHciCBAAXpEXdtlxGPg-VsU_JtxXd-JuwolyRhO_DR4Uj6hIVfEPoYelEhO5w7fiq8kvpQ3dY5aZAMjs990w%3D%3D&attredirects=0&d=1) (Acceso junio 2022).
- Smith, R. H., & Meyer, A. P. (2015). Chapter 5. Rodent Control Methods: Non-chemical and Non-lethal Chemical, with Special Reference to Food Stores <http://dx.doi.org/10.1079/9781845938178.0101>
- Strand, T. M., & Lundkvist, Å. (2019) Rat-borne diseases at the horizon. A systematic review on infectious agents carried by rats in Europe 1995–2016, *Infection Ecology & Epidemiology*, 9(1), 1553461. <https://doi.org/10.1080/20008686.2018.1553461>
- Verner-Carlsson, J., Löhmus, M., Sundström, K., Strand, T. M., Verkerk, M., Reusken, C., Yoshimatsu, K., Arikawa, J., van de Goot, F., & Lundkvist, Å. (2015). First evidence of Seoul hantavirus in the wild rat population in the Netherlands. *Infection ecology & epidemiology*, 5, 27215. <https://doi.org/10.3402/iee.v5.27215>
- Wells, K., O'Hara, R. B., Morand, S., Lessard, J. P., & Ribas, A. (2015). The importance of parasite geography and spillover effects for global patterns of host–parasite associations in two invasive species. *Diversity and Distributions*, 21(4), 477-486. <https://doi.org/10.1111/ddi.12297>
- Zeng, L., Ming, C., Li, Y., Su, L. Y., Su, Y. H., Otecko, N. O., Dalecky, A., Donnellan, S., Aplin, K., Liu, X. H., Song, Y., Zhang, Z. B., Esmailzadeh, A., Sohrabi, S. S., Nanaei, H. A., Liu, H. Q., Wang, M. S., Ag Atteynine, S., Rocamora, G., Brescia, F., & Zhang, Y. P. (2018). Out of Southern East Asia of the Brown Rat Revealed by Large-Scale Genome Sequencing. *Molecular biology and evolution*, 35(1), 149–158. <https://doi.org/10.1093/molbev/msx276>