

Eficacia de rodenticidas en el control de roedores en campos de palta (*Persea americana*) en Huancavelica, Perú

Efficacy of rodenticides for rodent control in avocado (*Persea americana*) fields in Huancavelica, Peru

Sebastian Iglesias-Osores^{1,a,*}, Cesar Figueroa-Palomino^{1,b}

¹ Departamento de Entomología, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n, Lima, Perú.

^a Mg., ✉ sebasiglo@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0002-4984-4656>

^b Mg., ✉ cefipa@hotmail.com,  <https://orcid.org/0009-0006-9178-3662>

* Autor de Correspondencia

<http://doi.org/10.25127/riagrop.20263.1256>

<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RIAGROP>

revista.riagrop@untrm.edu.pe

Recepción: 14 de marzo 2026

Aprobación: 12 de junio 2026

Este trabajo tiene licencia de Creative Commons.
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0
International Public License – CC-BY-NC-SA 4.0



Resumen

Los roedores constituyen una de las plagas vertebradas más importantes en los sistemas agrícolas, porque reducen el rendimiento, dañan estructuras vegetales, contaminan las áreas de producción y pueden actuar como reservorios de agentes zoonóticos. El presente estudio evaluó la eficacia en campo de tres formulaciones cebo con brodifacoum al 0.005% (Pellets, Cereal Mix y Bloque) en huertos de palto (*Persea americana* var. Hass) ubicados en Lucma, Huancavelica, Perú. La evaluación se realizó en tres campos comerciales (Campo Honorio, Campo Chanco y Campo Pozo) con índices de infestación inicial entre 18.00% y 45.45%. En cada campo se colocaron 20 g de cebo por punto en la base del tallo y en la bifurcación principal del árbol. El consumo fue monitoreado a 1, 7 y 14 días después de la aplicación, y el índice de infestación final se estimó mediante trampeo al día 14. El índice de infestación disminuyó de 33.00%, 18.00% y 45.45% a 3.00% en los tres campos evaluados, lo que representó una reducción relativa promedio cercana al 90% ($p < 0.05$). Cereal Mix mostró el patrón de consumo más regular entre

fechas de evaluación, aunque no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre formulaciones ($p = 0.5009$) ni entre posiciones del cebo ($p > 0.05$). Los rodenticidas evaluados fueron eficaces en las condiciones de campo estudiadas; sin embargo, su uso debe integrarse con monitoreo, manejo del hábitat y medidas para reducir la exposición de organismos no objetivo dentro de un esquema de manejo integrado de roedores.

Palabras claves: Brodifacoum, rodenticidas, infestación de roedores, formulaciones de cebo, *Persea americana*, manejo integrado de plagas.

Abstract

Rodents are among the most important vertebrate pests in agricultural systems because they reduce yield, damage plant structures, contaminate production areas, and can act as reservoirs of zoonotic agents. This study evaluated the field efficacy of three bait formulations containing brodifacoum 0.005% (Pellets, Cereal Mix, and Block) in avocado (*Persea americana* var. Hass) orchards located in Lucma, Huancavelica, Peru. The assessment was conducted in three commercial fields (Campo Honorio, Campo Chanco, and Campo Pozo) with initial infestation indices ranging from 18.00% to 45.45%. In each field, 20 g of bait per point were placed at the base of the trunk and at the main branch bifurcation. Consumption was monitored at 1, 7, and 14 days after application, and the final infestation index was estimated by trapping at 14 days. The infestation index decreased from 33.00%, 18.00%, and 45.45% to 3.00% in the three evaluated fields, which represented an average relative reduction of approximately 90% ($p < 0.05$). Cereal Mix showed the most regular consumption pattern across evaluation dates, although no statistically significant differences were detected among formulations ($p = 0.5009$) or bait placement positions ($p > 0.05$). The evaluated rodenticides were effective under the studied field conditions; however, their use should be integrated with monitoring, habitat management, and non-target risk reduction measures within an integrated rodent management framework.

Keywords: Brodifacoum, rodenticides, rodent infestation, bait formulations, *Persea americana*, integrated pest management.

1. INTRODUCCIÓN

Los roedores son una de las principales plagas vertebradas de la agricultura por su capacidad de consumir órganos vegetales, contaminar alimentos, afectar la infraestructura productiva y mantener poblaciones elevadas en paisajes dominados por cultivos (Chaudhary *et al.*, 2023; Witmer, 2022). Su importancia económica y sanitaria ha sido destacada tanto en síntesis globales como en enfoques de manejo ecológicamente basados, que reconocen la alta plasticidad conductual y reproductiva de estos

mamíferos (Meerburg *et al.*, 2009; Capizzi *et al.*, 2014).

En sistemas agrícolas perennes, como los huertos frutales, los roedores encuentran refugio, alimento y conectividad espacial suficientes para sostener focos de infestación persistentes. En estos ambientes, el daño puede expresarse como consumo de tejidos, roído de corteza, afectación de raíces y pérdidas indirectas asociadas con la contaminación o con la disminución de la calidad comercial (Aulický, 2022; Wondifraw *et al.*, 2021). Estudios en ambientes agrícolas y huertos han mostrado

que la dinámica poblacional y la intensidad del daño dependen del contexto ambiental, la disponibilidad de recursos y la especie presente (Brown *et al.*, 2020; Wales *et al.*, 2021).

El control químico mediante anticoagulantes continúa siendo una herramienta de uso frecuente debido a su elevada eficacia operativa y a la facilidad de aplicación en programas de control. Entre ellos, el brodifacoum destaca como un anticoagulante de segunda generación de alta potencia; sin embargo, su uso también plantea riesgos bien documentados relacionados con resistencia, persistencia y exposición de organismos no objetivo, especialmente aves rapaces y otros vertebrados (Buckle & Smith, 2015; Buckle, 2013; McGee *et al.*, 2020; Ruiz-Suárez *et al.*, 2014; Elliott *et al.*, 2022).

Por ello, el manejo actual de roedores en agricultura no debe depender únicamente del rodenticida, sino integrarse con decisiones sobre diseño y ubicación de cebos, uso de estaciones seguras, monitoreo continuo, reducción de refugios y aprovechamiento de servicios ecosistémicos como la depredación natural. La literatura reciente resalta además la importancia de incorporar la ecología del comportamiento y el riesgo espacial en los programas de manejo integrado (Singleton *et al.*, 2021; Dalecky *et al.*, 2024; Imakando *et al.*, 2023)

En ese contexto, generar evidencia local sobre desempeño de formulaciones comerciales en huertos de palto resulta relevante para respaldar decisiones técnicas de manejo. El objetivo de este estudio fue evaluar el consumo y la eficacia de tres formulaciones de rodenticida con brodifacoum en el control de roedores en campos de palto de Huancavelica,

Perú, y discutir sus implicancias para programas de manejo integrado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de estudio

Se realizó un estudio de campo aplicado con evaluación antes-después durante septiembre de 2024 en tres campos comerciales de palto (*Persea americana* var. Hass), de aproximadamente 3 a 4 años de edad, ubicados en Lucma, Huancavelica, Perú. Los campos seleccionados presentaban antecedentes de actividad de roedores y daño compatible con infestación. Durante el trapeo inicial, los ejemplares capturados correspondieron a *Rattus rattus*, identificados morfológicamente en campo.

El estudio se desarrolló en tres campos agrícolas, denominados Campo Honorio, Campo Chanco y Campo Pozo, cada uno con una superficie aproximada de 1 ha. La metodología se organizó en tres fases consecutivas: i) determinación de la infestación inicial de roedores, ii) aplicación y evaluación del consumo de rodenticidas y iii) determinación de la infestación final mediante trapeo.

2.2. Fase 1. Determinación de la infestación inicial

Antes de la aplicación de los rodenticidas, se realizó un muestreo para determinar el índice de infestación inicial de roedores en cada campo. Para ello, se instalaron 100 trampas tipo Tomahawk por campo, distribuidas uniformemente en el área de estudio. Las trampas fueron revisadas diariamente durante tres días consecutivos y se registró el número de trampas positivas. El índice de infestación inicial se calculó mediante la siguiente expresión:

Índice de infestación (%) = (número de trampas positivas / número total de trampas instaladas) x 100.

2.3. Fase 2. Aplicación y evaluación del consumo de rodenticidas

Una vez determinado el índice de infestación inicial, se aplicó el rodenticida comercial RoeMat, formulado con brodifacoum al 0.005 %, un anticoagulante de segunda generación utilizado para el control de roedores. El producto fue evaluado en tres presentaciones comerciales: Pellets, Cereal Mix y Bloque, utilizando en todos los casos una dosis de 20 g por cebo.

En cada campo se emplearon 0.6 kg de rodenticida, distribuidos en un total de 30 cebos de 20 g cada uno, correspondientes a 10 cebos de Pellets, 10 de Cereal Mix y 10 de Bloque. Los cebos fueron colocados en dos posiciones estratégicas dentro de las plantas: en la base del tallo y colgados al inicio de la bifurcación principal de los árboles. Esta disposición permitió evaluar el consumo de las diferentes formulaciones de rodenticida en función de la posición de colocación del cebo.

El consumo de rodenticida fue evaluado a 1, 7 y 14 días después de la aplicación (DDA). Para ello, en cada periodo de evaluación se pesó el residuo de cebo disponible, permitiendo determinar la cantidad consumida con respecto al peso inicialmente colocado.

2.4. Fase 3. Determinación de la infestación final

A los 14 días después de la aplicación de los rodenticidas, se realizó una nueva evaluación de la población de roedores para determinar el índice de infestación final. Para ello, se instalaron nuevamente 100 trampas tipo Tomahawk en cada campo, siguiendo el mismo procedimiento empleado durante la evaluación inicial. Las trampas fueron revisadas diariamente durante tres días consecutivos y el índice de infestación final se calculó mediante la misma fórmula utilizada para determinar la infestación inicial.

Las variables evaluadas fueron el índice de infestación de roedores, considerado como la variable principal y expresado como el porcentaje de

trampas positivas respecto al número total de trampas instaladas, tanto antes como después de la aplicación del rodenticida; y el consumo de rodenticida, expresado en gramos y evaluado según la formulación (Pellets, Cereal Mix y Bloque), la posición de colocación del cebo (base del tallo y bifurcación principal) y el tiempo transcurrido después de la aplicación (1, 7 y 14 DDA).

2.5. Análisis estadístico

Los datos se analizaron en R (versión 4.2.2). Para comparar el consumo promedio entre formulaciones se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis. Las diferencias de consumo según la posición del cebo se evaluaron mediante la prueba U de Mann-Whitney. La comparación entre los índices de infestación inicial y final se realizó con la prueba de Wilcoxon. En todos los casos se consideró un nivel de significancia de 0.05.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Índice de infestación

El índice de infestación inicial mostró valores contrastantes entre los tres campos evaluados: 33.00% en Campo Honorio, 18.00% en Campo Chanco y 45.45% en Campo Pozo. Después de 14 días de aplicación de los rodenticidas, los tres campos alcanzaron un índice final de 3.00%, lo que evidenció una reducción marcada de la infestación ($p < 0.05$; prueba de Wilcoxon) (Figura 1).

En términos relativos, la reducción promedio de la infestación fue cercana al 90%, resultado que sugiere una respuesta operativa favorable de las formulaciones evaluadas bajo las condiciones del estudio. Aunque el diseño antes-después no incluyó un campo testigo sin tratamiento, la magnitud del descenso observada es consistente con la alta eficacia atribuida a los anticoagulantes de segunda generación en

escenarios agrícolas cuando existe adecuada aceptación del cebo y presión real de infestación

(Babich, 2024; Frankova *et al.*, 2019; Suárez y Cueto, 2018).

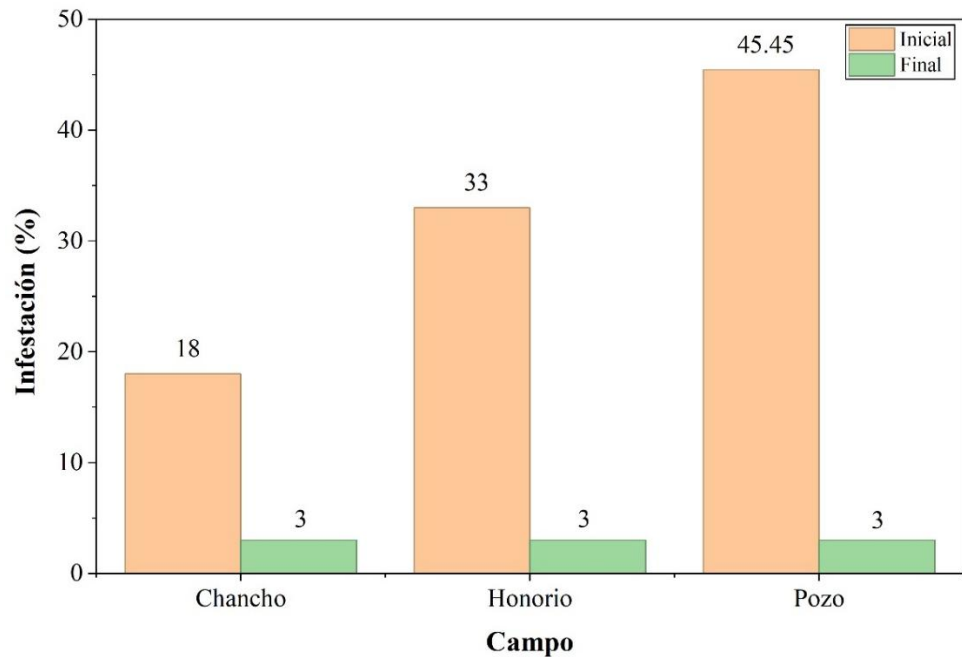


Figura 1. Porcentaje de infestación inicial y final en los tres campos agrícolas evaluados.

3.2. Consumo de rodenticidas

El consumo promedio de las tres formulaciones de rodenticidas (Pellets, Cereal Mix y Bloque) mostró variaciones entre campos y fechas de evaluación (Tabla 1). En términos descriptivos, el patrón de consumo no fue uniforme, lo que sugiere una interacción entre formulación, contexto del campo y disponibilidad local de recursos para los roedores.

En Campo Honorio, el consumo más alto se registró con Pellets a los 14 DDA (7.18 ± 3.81 g), seguido de Cereal Mix (6.81 ± 2.52 g). En ese mismo campo, Bloque mostró un consumo menor a los 14 DDA (5.27 ± 4.51 g), aunque presentó un consumo relativamente alto a los 7 DDA.

En Campo Chanco, Cereal Mix alcanzó el mayor consumo a los 14 DDA (10.63 ± 6.05 g),

por encima de Pellets (3.97 ± 4.37 g) y Bloque (8.81 ± 4.62 g). En Campo Pozo, Bloque presentó un consumo inicial alto (11.18 ± 8.15 g), mientras que Cereal Mix alcanzó 18 ± 6 g a los 7 DDA; sin embargo, en este campo las tres formulaciones registraron consumo nulo a los 14 DDA.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre formulaciones al comparar el consumo promedio mediante la prueba de Kruskal-Wallis ($p = 0.5009$). Esta ausencia de diferencia estadística no invalida la utilidad operativa de los cebos, pero indica que la variabilidad entre campos y fechas fue elevada y que, con el número de unidades evaluadas, no es posible afirmar superioridad concluyente de una formulación sobre otra.

Tabla 1. Consumo promedio de diferentes formulaciones de rodenticidas (en gramos) en tres campos agrícolas evaluados a los 1, 7 y 14 días después de la aplicación (DDA)

Campo	Formulación	1 DDA		7 DDA		14 DDA	
		Media±D.E.	Mín -Máx	Media±D.E.	Mín -Máx	Media±D.E.	Mín -Máx
Honorio	Pellets	0.36±1.20	0-4	4.9±2.07	2-9	7.18±3.81	2-15
	Cereal Mix	0	0	8.72±2.57	5-12	6.81±2.52	5-12
	Bloque	5.45±8.20	0-15	9.27±4.94	0-15	5.27±4.51	0-10
Chanco	Pellets	0	0	13.03±8.36	0-20	3.97±4.37	0-12
	Cereal Mix	0	0	5.81±7.82	0-20	10.63±6.05	0-20
	Bloque	0	0	4.36±8.09	0-20	8.81±4.62	0-15
Pozo	Pellets	9.27±10.28	0-20	10.72±10.28	0-20	0	0
	Cereal Mix	2±6	0-20	18±6	0-20	0	0
	Bloque	11.18±8.15	0-20	8.81±8.15	0-20	0	0

Cada cebo tuvo 20 g al inicio.

3.3. Diferencias en las posiciones de los cebos

El análisis del consumo según la ubicación del cebo mostró una tendencia a mayor consumo de los cebos colocados en la base del tallo en comparación con los ubicados en la bifurcación principal. No obstante, estas diferencias no alcanzaron significancia estadística según la prueba U de Mann-Whitney ($p > 0.05$).

Desde una perspectiva aplicada, los resultados indican que las tres formulaciones permitieron reducir fuertemente la infestación, pero Cereal Mix mostró un patrón de consumo más estable en dos de los tres campos. Este comportamiento es coherente con estudios que señalan que la palatabilidad y la familiaridad de los roedores con matrices basadas en granos pueden favorecer la aceptación del cebo en entornos agrícolas (Buckle & Smith, 2015).

La heterogeneidad en el consumo entre campos probablemente reflejó diferencias locales en densidad poblacional, disponibilidad de alimento alternativo, estructura del hábitat y presión de competencia. La literatura sobre

dinámica de pequeños mamíferos en agroecosistemas ha mostrado que estos factores pueden modular tanto la actividad de forrajeo como la respuesta a medidas de control (Liu, 2019; Witmer, 2022).

La ausencia de diferencias significativas entre formulaciones también debe interpretarse con cautela. En estudios de huertos y otros sistemas agrícolas, la eficacia de un rodenticida depende no solo del ingrediente activo, sino también de la accesibilidad del punto de cebo, la humedad, la textura y la capacidad del cebo para mantenerse atractivo en el tiempo (Saggi y Singla, 2024; Kappes *et al.*, 2022; Baldwin *et al.*, 2014;).

Respecto de la ubicación del cebo, la tendencia a mayor consumo en la base del tallo coincide con el hecho de que los roedores suelen explorar primero rutas protegidas y estructuras cercanas al suelo. En ese sentido, la ubicación física del cebo y el diseño de las estaciones o puntos de acceso son variables operativas relevantes para mejorar la exposición del roedor objetivo y, al mismo tiempo, disminuir la probabilidad de

contacto con fauna no objetivo (Watanabe *et al.*, 2026; Walther *et al.*, 2020; Fisher *et al.*, 2019; Shawar *et al.*, 2016).

Aun cuando el brodifacoum ofrece una respuesta rápida y eficaz en programas de control, su uso exige precaución. Existe abundante evidencia sobre exposición secundaria y riesgos ecotoxicológicos en aves rapaces y otros vertebrados silvestres, así como sobre la necesidad de considerar resistencia y persistencia ambiental en los programas de manejo (Sánchez-Paredes *et al.*, 2025; Elliot *et al.*, 2024; Moriceau *et al.*, 2021; Hindmarch *et al.*, 2019).

Por ello, los resultados de este estudio respaldan el uso de rodenticidas como una herramienta útil, pero no exclusiva, dentro del manejo integrado de roedores. La reducción de refugios, el monitoreo periódico, la colocación técnica de cebos, el uso de dispositivos que reduzcan la exposición de fauna no objetivo y el favorecimiento de depredadores naturales son medidas complementarias recomendables para sostener la eficacia del control en el tiempo (Dalecky *et al.*, 2024; Jurišić *et al.*, 2022; Krijger *et al.*, 2017).

Entre las limitaciones del estudio se encuentran la evaluación en solo tres campos, la ausencia de un campo testigo sin tratamiento y el seguimiento restringido a 14 días. En consecuencia, los resultados deben interpretarse como evidencia aplicada de desempeño en condiciones comerciales y no como una comparación definitiva de superioridad entre formulaciones.

4. CONCLUSIONES

Las tres formulaciones evaluadas con brodifacoum redujeron sustancialmente el índice de infestación de roedores en los campos de palta estudiados, con una disminución relativa promedio cercano al 90%. Aunque no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el consumo entre formulaciones ni entre posiciones del cebo, Cereal Mix mostró el patrón de consumo más regular. En términos de manejo, los resultados apoyan el empleo de estos cebos en programas de control en campo, siempre que su uso se integre con monitoreo, manejo del hábitat y medidas de reducción de riesgo para organismos no objetivo.

Financiamiento

Los autores agradecen por el financiamiento brindado para el desarrollo de la investigación a la empresa Clenvi SAC.

Declaración de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés real o potencial, incluidos los financieros, personales o de relación con otras organizaciones.

Referencias

- Aulický, R. (2022). Rodents in Crop Production Agricultural Systems—Special Issue. *Agronomy*. <https://doi.org/10.3390/agronomy12112813>
- Babich, N. (2024). Effectiveness of rodenticides based on bromadiolone against the common vole *Microtus arvalis* Pall. in laboratory conditions. *Агрохимия*. <https://doi.org/10.31857/s0002188124010042>
- Baldwin, R.A., Quinn, N., Davis, D.H. & Engeman, R.M. (2014). Effectiveness of rodenticides for managing invasive roof rats and native deer mice in orchards. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(9), 5795–5802. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-2525-4>

- Brown, P.R., Arthur, A.D., Jones, D.A., Davies, M.J., Grice, D. & Pech, R.P. (2020). Multiple ecological processes underpin the eruptive dynamics of small mammals: House mice in a semi-arid agricultural environment. *Ecology and Evolution*, 10(7), 3477–3490. <https://doi.org/10.1002/ece3.6145>
- Buckle, A. (2013). Anticoagulant resistance in the United Kingdom and a new guideline for the management of resistant infestations of Norway rats (*Rattus norvegicus* Berk.). *Pest Management Science*, 69(3), 334–341. <https://doi.org/10.1002/ps.3309>
- Buckle, A.P. & Smith, R.H. (Eds.). (2015). Rodent pests and their control (2nd ed.). CABI. <https://doi.org/10.1079/9781845938178.0000>
- Capizzi, D., Bertolino, S. & Mortelliti, A. (2014). Rating the rat: Global patterns and research priorities in impacts and management of rodent pests. *Mammal Review*, 44(2), 148–162. <https://doi.org/10.1111/mam.12019>
- Chaudhary, V., Meena, R., Singh, S. & Tripathi, R.S. (2023). Knowledge, Attitudes and Practices of Farmers on Rodent Pests and their Management in Cold Arid Ecosystem of Leh, Jammu & Kashmir, India. *Annals of Arid Zone*. <https://doi.org/10.56093/aaz.v61i3-4.134492>
- Dalecky, A., Sow, I., Danzabarma, A.A.I., Garba, M., Etougbéché, J., Badou, S., Dossou, H., Niang, C.T., Diene, O., Diallo, I., Saghiri, M.S.A., Sidatt, M.E.H., Van Steenbergen, F., Bal, A.B., Bosma, L., Houéménou, G., Atteynine, S.A., Hima, K., Dobigny, G. & Meheretu, Y. (2024). From problem to progress: Rodent management in agricultural settings of sub-Saharan Africa and calling for an urban perspective. *Crop Protection*. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2024.106673>
- Elliott, J. E., Silverthorn, V., Hindmarch, S., Lee, S., Bowes, V., Redford, T. & Maisonneuve, F. (2022). Anticoagulant rodenticide contamination of terrestrial birds of prey from Western Canada: Patterns and trends, 1988–2018. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 41(8), 1903–1917. <https://doi.org/10.1002/etc.5361>
- Elliott, J., Silverthorn, V., English, S. G., Mineau, P., Hindmarch, S., Thomas, P.J., Lee, S.L., Bowes, V., Redford, T., Maisonneuve, F. & Okoniewski, J. (2024). Anticoagulant Rodenticide Toxicity in Terrestrial Raptors: Tools to Estimate the Impact on Populations in North America and Globally. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 43. <https://doi.org/10.1002/etc.5829>
- Fisher, P., Campbell, K.J., Howald, G.R. & Warburton, B. (2019). Anticoagulant rodenticides, islands, and animal welfare accountancy. *Animals*, 9(11), 919. <https://doi.org/10.3390/ani9110919>
- Frankova, M., Stejskal, V. & Aulický, R. (2019). Efficacy of rodenticide baits with decreased concentrations of brodifacoum: Validation of the impact of the new EU anticoagulant regulation. *Scientific Reports*, 9. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53299-8>
- Hindmarch, S., Rattner, B.A. & Elliott, J.E. (2019). Use of blood clotting assays to assess potential anticoagulant rodenticide exposure and effects in free-ranging birds of prey. *Science of the Total Environment*, 657, 1205–1216. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.485>
- Imakando, C.I., Fernández-Grandon, G., Singleton, G. & Belmain, S. (2023). Vegetation cover and food availability shapes the foraging activity of rodent pests in and around maize fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108363>
- Jurišić, A., Čupina, A.I., Kavran, M., Potkonjak, A., Ivanović, I., Bjelić-Čabrilo, O., Meseldžija, M., Dudić, M., Poljaković-Pajnik, L. & Vasić, V. (2022). Surveillance Strategies of Rodents in Agroecosystems, Forestry and Urban Environments. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su14159233>
- Kappes, P.J., Siers, S., Leinbach, I.L., Sugihara, R., Jolley, W., Plissner, J., Flint, E., Goodale, K.L. & Howald, G. (2022). Relative palatability and efficacy of brodifacoum-25D conservation rodenticide pellets for mouse eradication on Midway Atoll. *Biological Invasions*, 24, 1375 – 1392. <https://doi.org/10.1007/s10530-021-02714-1>
- Krijger, I.M., Belmain, S.R., Singleton, G.R., Groot Koerkamp, P.W.G. & Meerburg, B.G. (2017). The need to implement the landscape of fear within rodent pest management strategies. *Pest Management Science*, 73(12), 2397–2402. <https://doi.org/10.1002/ps.4626>
- Liu, X.-H. (2019). Rodent biology and management: Current status, opinion and challenges in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(4), 830–839. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)61943-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)61943-4)
- McGee, C.F., McGilloway, D.A. & Buckle, A.P. (2020). Anticoagulant rodenticides and resistance development in rodent pest species: A comprehensive review. *Journal of Stored Products Research*, 88, 101688. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101688>
- Meerburg, B.G., Singleton, G.R. & Leirs, H. (2009). The Year of the Rat ends—time to fight hunger! *Pest Management Science*, 65(4), 351–352. <https://doi.org/10.1002/ps.1718>

- Moriceau, M.A., Lefebvre, S., Fourel, I., Benoît, E., Buronfosse, F., Orabi, P., Rattner, B. & Lattard, V. (2021). Exposure of predatory and scavenging birds to anticoagulant rodenticides in France: Exploration of data from French surveillance programs. *The Science of the total environment*, 151291. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151291>
- Ruiz-Suárez, N., Henríquez-Hernández, L.A., Valerón, P.F., Boada, L.D., Zumbado, M., Camacho, M., Almeida-González, M. & Luzardo, O.P. (2014). Assessment of anticoagulant rodenticide exposure in six raptor species from the Canary Islands (Spain). *Science of the Total Environment*, 485–486, 371–376. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.03.094>
- Saggi, D. & Singla, N. (2024). Efficacy of combined formulation of bromadiolone and cholecalciferol in reducing rodent population and damage in agricultural crop fields. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 85, 1-9. <https://doi.org/10.1186/s41936-024-00362-0>
- Sanchez-Paredes, C.M., Burgess, M.D., Fryer, M., Pereira, M.G. & Arnold, K.E. (2025). Predictive framework for estimating the risks to raptors from ecologically relevant exposure to second generation anticoagulant rodenticides. *The Science of the total environment*, 992, 179903. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179903>
- Shahwar, D.E., 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. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 107, 17-20. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2015.11.003>
- Singleton, G., Lorica, R.P., Htwe, N.M. & Stuart, A. (2021). Rodent management and cereal production in Asia - balancing food security and conservation. *Pest management science*. <https://doi.org/10.1002/ps.6462>
- Suárez, O. & Cueto, G. (2018). Comparison of efficacy of second-generation anticoagulant rodenticides: Effect of active ingredients, type of formulation and commercial suppliers. *Cogent Food & Agriculture*, 4. <https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1525147>
- Wales, K.N., Meinerz, R. & Baldwin, R.A. (2021). Assessing the attractiveness of three baits for roof rats in California citrus orchards. *Agronomy*, 11(12), 2417. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122417>
- Walther, B., Geduhn, A., Schenke, D., Schlötelburg, A. & Jacob, J. (2020). Baiting location affects anticoagulant rodenticide exposure of non-target small mammals on farms. *Pest management science*. <https://doi.org/10.1002/ps.5987>
- Watanabe, A., Nakamura, D., Yoshida, M. & Hoshi, N. (2026). Scale-Dependent Attraction of Invasive Raccoons to Bait Sites: Behavioural and Proximity Responses in a Post-Disaster Agricultural Landscape. *Ecology and Evolution*, 16. <https://doi.org/10.1002/ece3.73722>
- Witmer, G. (2022). Rodents in Agriculture: A Broad Perspective. *Agronomy*, 12(6), 1458. <https://doi.org/10.3390/agronomy12061458>
- Wondifraw, B.T., Tamene, M. & Simegn, A.B. (2021). Assessment of crop damage by rodent pests from experimental barley crop fields in Farta District, South Gondar, Ethiopia. *PLoS ONE*, 16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255372>