

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y ambientales

**Evaluación de impactos de roedores introducidos en un
agroecosistema de la Isla San Cristóbal, Galápagos**

Fiorela Paulina Quihuiri Coello

Gestión Ambiental

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Licenciado en Gestión Ambiental

Puerto Baquerizo Moreno, 29 de mayo 2024

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Evaluación de impactos de roedores introducidos en un agroecosistema de
la Isla San Cristóbal, Galápagos**

Fiorela Paulina Quihouri Coello

Nombre del profesor, Título académico Marjorie Riofrío Lazo, Ph.D.

Puerto Baquerizo Moreno, 29 de mayo 2024

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Fiorela Paulina Quihuiri Coello

Código: 00321038

Cédula de identidad: 2050015748

Lugar y fecha: Puerto Baquerizo Moreno, 29 de mayo de 2024

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

Las especies *Mus musculus*, *Rattus norvegicus* y *Rattus rattus* son roedores introducidos presentes en el archipiélago de Galápagos, cuya interacción con el ambiente ha impactado negativamente a especies nativas y endémicas, así como al desarrollo de actividades agrícolas. Existe poca información acerca de la presencia y abundancia de estas especies, y sus efectos en zonas agrícolas en Galápagos. La presente investigación buscó evaluar el impacto de estos roedores en una finca agrícola en la Isla San Cristóbal y analizar estrategias de control implementadas para proporcionar recomendaciones para su control en agroecosistemas de Galápagos. Se capturaron 42 roedores correspondientes a las tres especies durante un monitoreo realizado en octubre 2023. *M. musculus*, fue la más capturada (83.33%), seguida de *R. norvegicus* (11.91%), y *R. rattus* (4.76%). Del análisis del contenido estomacal se determinó que las tres especies son principalmente herbívoras, con un 94.1% de consumo de material vegetal. Se calculó el éxito de captura de los roedores para cada una de las zonas de cultivos. La mayor abundancia de roedores se determinó en la zona de piña y papaya con un éxito de captura (EC) de 36%, seguido por las hortalizas cercanas a la encañada (EC=31.66%), plátano (EC=30%), yuca (EC=5%), Hortalizas cercanas a cultivos de maíz y papaya (EC=4.4%), naranja (EC=0%) y, por último, Maíz (EC=0%). Las estrategias de control de estos organismos en Galápagos incluyen, entre otros, programas de erradicación, uso de cebos con veneno y prácticas agrícolas sostenibles. Este estudio resalta la importancia de comprender y mitigar el impacto de los roedores introducidos en las fincas agrícolas del archipiélago mediante el seguimiento y monitoreo continuo de los programas de control. Un enfoque integral que aborde la conservación de la biodiversidad y las necesidades agrícolas es esencial para lograr un manejo efectivo y sostenible de la población de roedores en Galápagos.

Palabras clave: roedores introducidos, zonas agrícolas, éxito de captura, estrategias de control, Islas Galápagos.

ABSTRACT

The species *Mus musculus*, *Rattus norvegicus* and *Rattus rattus* are introduced rodents present in the Galapagos archipelago, whose interaction with the environment has negatively impacted native and endemic species, as well as the development of agricultural activities. There is little information about the presence and abundance of these species, and their effects in agricultural areas in the Galapagos. The present research sought to evaluate the impact of these rodents on an agricultural farm on San Cristóbal Island and analyze control strategies implemented to provide recommendations for their control in Galapagos agroecosystems. 42 rodents corresponding to the three species were captured during monitoring carried out in October 2023. *M. musculus* was the most captured (83.33%), followed by *R. norvegicus* (11.91%), and *R. rattus* (4.76%). From the analysis of stomach contents, it was determined that the three species are mainly herbivorous, with 94.1% consumption of plant material. The capture success of the rodents was calculated for each of the crop areas. The highest abundance of rodents was determined in the pineapple and papaya area with a capture success (EC) of 36%, followed by vegetables close to ravine (EC=31.66%), banana (EC=30%), cassava (EC=5 %), vegetables close to corn and cassava crops (EC=4.4%), orange (EC=0%) and, finally, Corn (EC=0%). Control strategies for these organisms in the Galapagos include, among others, eradication programs, use of poison baits, and sustainable agricultural practices. This study highlights the importance of understanding and mitigating the impact of introduced rodents on agricultural farms in the archipelago through continuous tracking and monitoring of control programs. A comprehensive approach that addresses biodiversity conservation and agricultural needs is essential to achieve effective and sustainable management of the rodent population in the Galapagos.

Keywords: introduced rodents, agricultural areas, capture success, control strategies, Galapagos Islands.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCIÓN.....	10
JUSTIFICACIÓN.....	13
OBJETIVO GENERAL.....	14
MÉTODOS.....	15
RESULTADOS.....	19
DISCUSIÓN.....	27
CONCLUSIONES.....	33
RECOMENDACIONES.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de individuos por especie, sexo y edad capturados en el área de estudio en la Finca agrícola Marianita en la Isla San Cristóbal en octubre 2023.....	19
Tabla 2. Frecuencia de ocurrencia (FO%) y abundancia relativa (AR%) de especies presa y otros elementos no identificados registrados en los estómagos de los tres roedores capturados (M. musculus, R. rattus, R. norvegicus) en la finca “Marianita” en Isla San Cristóbal en octubre 2023.....	20
Tabla 3. Porcentajes de éxito de captura para cada una de las zonas de cultivos. Se muestran los siete ambientes o tipos de cultivos presentes en la finca agrícola. El esfuerzo de trampeo y éxito de captura calculado en cada ambiente se expresa en porcentaje.	23
Tabla 4. Acciones implementadas para controlar y reducir roedores en las Islas Galápagos.	24

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 2.** Área de estudio mostrando la ubicación de las diferentes zonas de cultivos (círculos de colores) presentes en la Finca Marianita. Se indican las estaciones de trampeo (puntos blancos con el código de la trampa) dentro de cada zona de cultivo. Imagen realizada en Google Earth Pro. 21
- Figura 3.** Número de capturas de roedores por estación de trampeo instalada en la Finca Marianita. Las trampas ubicadas en cultivos de hortalizas que están cerca de vegetación se presentan en barras azules, en cultivos de yuca (barras rojas), en cultivos de plátano (barras amarillas), en cultivos de piña y papayas (barras verdes), en cultivos de hortalizas que están cerca de encañadas (barras rosadas). 22

INTRODUCCIÓN

Las Islas Galápagos son conocidas internacionalmente por su flora y fauna endémica y nativa. Estas islas han ganado reconocimiento importante para la ciencia debido a la teoría de la evolución del científico Charles Darwin. Además, son parte del patrimonio natural del Ecuador desde 1959, cuando fueron proclamadas Parque Nacional Galápagos. Sin embargo, la llegada del hombre a las islas trajo consigo una de las principales amenazas para la preservación de los ecosistemas y la biodiversidad del archipiélago, las especies introducidas e invasoras. Estas especies tienen la capacidad de convertirse en plagas y afectar a las poblaciones endémicas y nativas debido a que pueden representar competencia por los recursos, pueden ser depredadores, o incluso promover propagación de agentes patógenos (Key y Muñoz, 1994; Oswaldo, 2009).

Se conoce que en las Islas Galápagos habitan tres especies de roedores introducidos: El ratón de campo (*Mus musculus*), la rata negra (*Rattus rattus*) y la rata noruega (*Rattus norvegicus*), (Jiménez y Parker, 2018).

El primer registro de la rata negra fue realizado por Charles Darwin en la Isla Santiago en 1835. Posteriormente, se las observó en Pinzón en 1891. Las ratas noruegas se detectaron en las Islas San Cristóbal y Santa Cruz en 1980 y 1981, respectivamente. Por último, el ratón de campo se registró en Isla Santa Cruz en 1940. (Jiménez y Parker, 2018).

La rata negra ha afectado especies endémicas de las islas. Por ejemplo, ha tenido un impacto negativo en la población de petreles pata pegada (*Pterodroma phaeopygia*) llegando a causar un 70% de fracaso en la reproducción en aves. Incluso, es la responsable de casi extinguir a las poblaciones de tortugas gigantes (*G. ephippium*) debido a que esta rata contribuye a su fracaso reproductivo. Además, es la causante de la extinción de los roedores nativos de las Islas San Cristóbal, Santa Cruz y Baltra (Ministerio del Ambiente y Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2016).

En Galápagos, en la Isla Floreana el 23% de la población se dedica a actividades agrícolas, con cultivos predominantes como maíz, yuca, plátano, cítricos, café, piña, banano, caña de azúcar y legumbres. Según información de los agricultores, aproximadamente el 40 % de la producción se pierde debido a los roedores, siendo los cultivos más afectados el maíz, la yuca y la caña de azúcar (Dirección del Parque Nacional Galápagos, Junta Parroquial de Floreana e Island Conservation, 2021).

Las ratas causan afectaciones al sector agrícola por la interacción en todas las etapas secuenciales de los productos que llegan al consumidor. Desde la siembra, cuidados de los cultivos, almacenamiento de las cosechas y comercialización se puede corroborar una constante relación entre los roedores y los cultivos usados para su alimentación y daños por contaminación directa e indirecta por sus excrementos y contacto directo con los productos. De esta forma, se compromete la calidad y el número de los productos, así como el tiempo y el dinero invertido en ellos. Sumando a eso, las ratas tienen una mala fama, pues, destruyen edificaciones de madera, prendas de ropa, entre otros (Ministerio del Ambiente y Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2016).

En el sector agrícola, estos roedores se alimentan de cultivos como: maíz, sorgo, arroz, frijol, caña de azúcar, diversas variedades de árboles frutales y trigo, causando grandes daños a estos productos (Víctor Sánchez-Cordero et al., 2022). Por esta razón, en el presente estudio se evaluó el impacto que ejercen los roedores introducidos sobre los cultivos de una finca agrícola que se encuentra cerca de un lugar significativo para la preservación de la biodiversidad en la Isla San Cristóbal. A partir del análisis de los contenidos estomacales de las especies de roedores que se encuentran presentes en la finca Marianita situada en la Isla San Cristóbal se intentó determinar qué tipo de alimentos consumen y definir la relación entre la presencia y abundancia de roedores con los cultivos de la finca agrícola. Además, mediante el análisis bibliográfico de

estrategias de control implementadas en diversos sitios se proporcionan recomendaciones para mejorar las actuales prácticas de control de estas especies introducidas.

JUSTIFICACIÓN

Estudios de este tipo son fundamentales al momento de abordar la amenaza que los roedores introducidos constituyen en zonas como fincas agrícolas. Por su condición de fácil adaptabilidad los roedores son responsables de grandes afectaciones a la fauna nativa y endémica, así como de otros recursos naturales (Polop et al. 2016). Una reducción en su número poblacional se torna esencial para la preservación de cultivos y la no puesta en riesgo de la seguridad alimentaria insular, teniendo en cuenta, además, los riesgos significativos para la salud que pueden causar. Esta investigación se alinea directamente con la necesidad urgente de comprender y mitigar los efectos negativos que los roedores provocan en el sector agrícola.

Los resultados obtenidos no solo buscan aportar conocimientos concretos sobre la interacción entre roedores y la agricultura, sino también brindar recomendaciones valiosas para minimizar los daños, proteger los cultivos y garantizar la sostenibilidad económica de las áreas afectadas. Por lo tanto, la generación continua de información es fundamental para desarrollar enfoques más efectivos y sostenibles. La búsqueda de métodos innovadores y respetuosos con el entorno se presenta como un componente esencial para proporcionar soluciones eficientes a esta problemática.

OBJETIVO GENERAL

Determinar el impacto que causan los roedores introducidos en una finca agrícola en Isla San Cristóbal y dar recomendaciones para su control y minimizar los daños a los cultivos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar la abundancia y presencia de roedores introducidos en la finca agrícola “Marianita”
2. Determinar la depredación de los cultivos por parte de los roedores y relacionar el número de roedores capturados con la zona de cultivo de la finca.
3. Analizar posibles estrategias para reducir la población de roedores introducidos.

MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en una finca agrícola que se encuentra en la parte alta de la Isla San Cristóbal, Galápagos (Fig. 1): Finca Marianita (0°54'34.24"S, 89°27'27.72"O), altitud: 606 ms.n.m. El área de intervención se encuentra en el sector denominado "EL CHINO". En esta finca se pueden encontrar diferentes tipos de cultivos, como: plátano (*Musa x paradisiaca* L.), papaya (*Carica papaya*), yuca (*Manihot esculentas*), lechuga, cebolla blanca (*Allium fistulosum*), hierbitas (*Coriandrum sativum*), tomate (*Solanum lycopersicum*), naranjas (*Citrus sinensis*), piñas (*Ananas comosus* L.), mora (*Rubus niveus*), guayaba (*Psidium guajava*), maracuyá (*Passiflora edulis*), siendo éstas tres últimas especies invasoras. Además, cuenta con animales de crianzas como cerdos, gallinas, patos, chivos, burros y animales domésticos como gatos y perros.

Trampeo y obtención de muestras

Se realizó un evento de trampeo en la Finca Marianita en octubre 2023. Se colocaron dos tipos de trampas de captura en vivo en siete ambientes o zonas de cultivos de la finca agrícola con predominancia de ciertas especies. Los ambientes fueron: 1) piña-papayas; 2) plátano; 3) hortalizas (parcela de lechuga, hierbita, cebolla blanca, tomate, mora) que se encuentran cerca de una encañada; 4) maíz; 5) yuca; 6) naranjas; y 7) hortalizas (parcela de lechuga, hierbita, cebolla blanca, tomate, mora) que están cerca de la zona de cultivo de maíz y piñas, papayas. En total fueron 70 trampas; 30 trampas tipo Sherman para roedores pequeños y 40 tipo Tomahawk para ratas grandes. El tiempo de trampeo se realizó dentro del lapso de cinco noches de captura. Las trampas se colocaron a una distancia de 25m aproximadamente entre ellas.

Los roedores capturados fueron anestesiados con algodón y acetona, al mismo tiempo ejecutadas por dislocación cervical sin dolor alguno. Los especímenes fueron trasladados dentro

de un cooler al laboratorio de Ecología Terrestre del Galápagos Science Center para identificar la especie, edad, sexo, registro del peso, longitud de cola, longitud de cabeza y cuerpo y la colecta de estómagos. Los roedores fueron diseccionados dentro de la cámara de bioseguridad, posteriormente los estómagos fueron colocados en un frasco con alcohol al 70% para su posterior análisis.



Figura 1. Ubicación del área de Estudio. a) Se muestra la Finca Marianita en la Isla San Cristóbal. b) zona de trampeo. Los puntos representan las estaciones de muestreo identificadas con un código y colocadas alrededor de los diferentes cultivos.

Análisis de contenido estomacal

Se realizó una incisión en cada estómago. El contenido estomacal se filtró a través de dos tamices de diferentes tamaños, la malla de uno medía 0,25 mm y el otro de 0,5 mm. El material resultante se colocó dentro de una caja Petri y fue examinado bajo un estereomicroscopio. Para la identificación de las especies presa consumidas por los roedores se utilizó guías

especializadas (Jaramillo et al., 2021) y se trató de identificar las presas hasta el nivel taxonómico más específico en los casos en que fue posible.

Los tipos de alimentos que se tomaron en cuenta fueron: plantas, animales vertebrados e invertebrados. Los estómagos que tenían material digerido, restos de papel y endoparásitos no fueron utilizados como parte de los análisis de dieta. Los parásitos encontrados fueron conservados dentro de un recipiente con alcohol al 90% para futuros estudios.

Análisis de datos

La abundancia poblacional de los roedores se determinó mediante el éxito de captura. Este indicador se expresa en porcentaje y se define como el número de especímenes capturados por unidad de tiempo (cantidad de tiempo que se realizó el trapeo) y esfuerzo (cantidad de trampas activas).

Para contabilizar el número de ítems de una misma especie presa encontrada en los estómagos analizados, se utilizó una rejilla de 5×5 mm debajo de una caja de Petri que contenía los restos del contenido ingerido de cada estómago (Riofrío-Lazo y Páez-Rosas, 2015).

Se calculó la frecuencia de ocurrencia (FO) de cada alimento que constituye la dieta. Los resultados se expresan como porcentaje y corresponden al número de estómagos que contienen cada elemento dividido para el número total de estómagos analizados. La abundancia relativa (AR) de cada tipo de alimento, se calculó para cada individuo y se expresó como porcentaje. Se dedujo el número de cuadros que comprende cada tipo de alimento y se dividió por el número total de cuadros en la cuadrícula que contenían alimento. Seguido a esto se determinó la abundancia relativa de cada especie presa identificada dentro de los tres tipos de roedores encontrados.

Se contabilizó el número de roedores infestados con endoparásitos y se determinó la prevalencia. Además, se calcularon dos índices parasitarios: el índice de abundancia media, que

representa el número promedio de parásitos encontrados en cada individuo muestreado dividido por el total de roedores analizados, tanto infectados como no infectados; y el índice de intensidad media, que corresponde al número promedio de parásitos por cada individuo infectado, dividido por el número total de roedores parasitados (Bush et al. 1997).

Para analizar la relación entre la abundancia de roedores con los tipos de cultivos presentes en el área de estudio, se graficó la ubicación de las estaciones de trampeo y la extensión de cada zona de cultivo por medio de Google Earth Pro. Se registró el número de capturas por trampa durante la campaña de muestreo y se contabilizó el número de capturas por zona de cultivo. Además, se calculó el éxito de captura de roedores para cada una de las zonas de cultivo y de esa manera se determinó los lugares con mayor presencia y abundancia de roedores y que pueden estar relacionados con la preferencia del cultivo por parte de estos animales introducidos.

Revisión bibliográfica

La revisión bibliográfica se centró en buscar información acerca de casos exitosos de erradicación dentro de fincas agrícolas en las Islas Galápagos. Además, se analizó los posibles métodos que llevan a cabo los agricultores para reducir las poblaciones de roedores. Así mismo, se investigó si se realizan campañas de control en las Islas Galápagos por parte de las instituciones o si les dan alguna charla a los agricultores acerca del uso adecuado de las técnicas que se emplean para controlar estos roedores.

RESULTADOS

Especies capturadas y estructura poblacional

Se capturó en total 42 roedores pertenecientes a tres especies (Tabla 1). El ratón doméstico, *M. musculus*, fue la especie más abundante con el 83.33% de capturas, seguido por la rata noruega, *R. norvegicus*, con el 11.91%, y la rata negra, *R. rattus*, con el 4.76%. Mayor cantidad de machos (69.04%) que hembras (30.95%) fueron capturados, principalmente adultos de ambos sexos (71.43%) en comparación con los juveniles (28.57%). El análisis de la abundancia de roedores reveló un éxito de captura del 2,23 %, indicando una población relativamente media en el sitio de intervención.

Tabla 1. Número de individuos por especie, sexo y edad capturados en el área de estudio en la Finca agrícola Marianita en la Isla San Cristóbal en octubre 2023.

Especie	Hembra		Total de Hembras	Macho		Total de Machos	Total general
	Adulto	Juvenil		Adulto	Juvenil		
<i>Mus musculus</i>	7	3	10	16	9	25	35
<i>Rattus norvegicus</i>	2	0	2	3	0	3	5
<i>Rattus rattus</i>	1	0	1	1	0	1	2
Total General	10	3	13	20	9	29	42

Análisis de contenido estomacal

Los restos del contenido estomacal de los roedores se dividió en dos categorías; material vegetal y material animal. Toda la materia vegetal correspondió a restos de plantas no identificables, es decir que por el nivel de digestión que tienen los roedores o por el tiempo que estuvieron en las trampas no se pudieron encontrar estructuras duras como: semillas, u hojas que me permitan detectar de que cultivos de la finca se alimentan estos roedores. En cuanto al material animal se encontró hormigas del género *Solenopsis sp.*, una babosa del orden *Systemmatophora* y parásitos nemátodos. El ítem con mayor frecuencia de ocurrencia (FO) y abundancia relativa

(AR) fue aquel descrito como restos de plantas no identificadas, con valores de 100% y 78.2% respectivamente.

Tabla 2. Frecuencia de ocurrencia (FO%) y abundancia relativa (AR%) de especies presa y otros elementos no identificados registrados en los estómagos de los tres roedores capturados (*M. musculus*, *R. rattus*, *R. norvegicus*) en la finca “Marianita” en Isla San Cristóbal en octubre 2023.

Orden - Familia	Especies presa	FO	AR
	Restos de plantas no identificados	100	94,1
	Total Material Vegetal	100	94,1
Systellommatophora	Babosa	2,38	0,8
Hymenoptera - Formicidae	<i>Hormiga, Solenopsis sp.</i>	62	2,8
	Total Material Animal	64,29	5,91

Abundancia, intensidad y prevalencia de parásitos nemátodos

Se encontró 19 roedores parasitados y 23 sin evidencia de infestación. La prevalencia de nemátodos fue del 45,2. La abundancia promedio de nemátodos por roedor fue de 4,91, indicando una presencia significativa de estos parásitos en la población de roedores. La intensidad media, que refleja la cantidad promedio de parásitos en individuos parasitados, fue baja, con un valor de 0,1. Dentro del análisis comparativo se encontró que el ratón de campo fue la especie más parasitada (n=15), seguida por la rata noruega (n=2), y, por último, la rata negra (n=2); destacando la necesidad de estrategias de control y manejo en áreas agrícolas donde la presencia de parásitos puede tener consecuencias directas en la producción y salud pública.

Presencia de roedores en diferentes cultivos

En la figura 2 se muestra la ubicación y extensión de siete ambientes o zonas de cultivo distribuidas en el sitio de estudio en la Finca Marianita. Basado en la ubicación de las capturas

de roedores en el área de estudio, se determinó que las zonas con mayor presencia de roedores fueron las áreas que comprenden los cultivos de hortalizas. Cabe hacer mención que son dos ambientes en los que se ve la presencia de hortalizas, sin embargo, en la primera zona de hortalizas en color rosado se muestra una presencia significativa de roedores. Esto podría ser vinculado con la presencia de vertientes de agua dentro de la zona (encañadas) (Fig. 3).

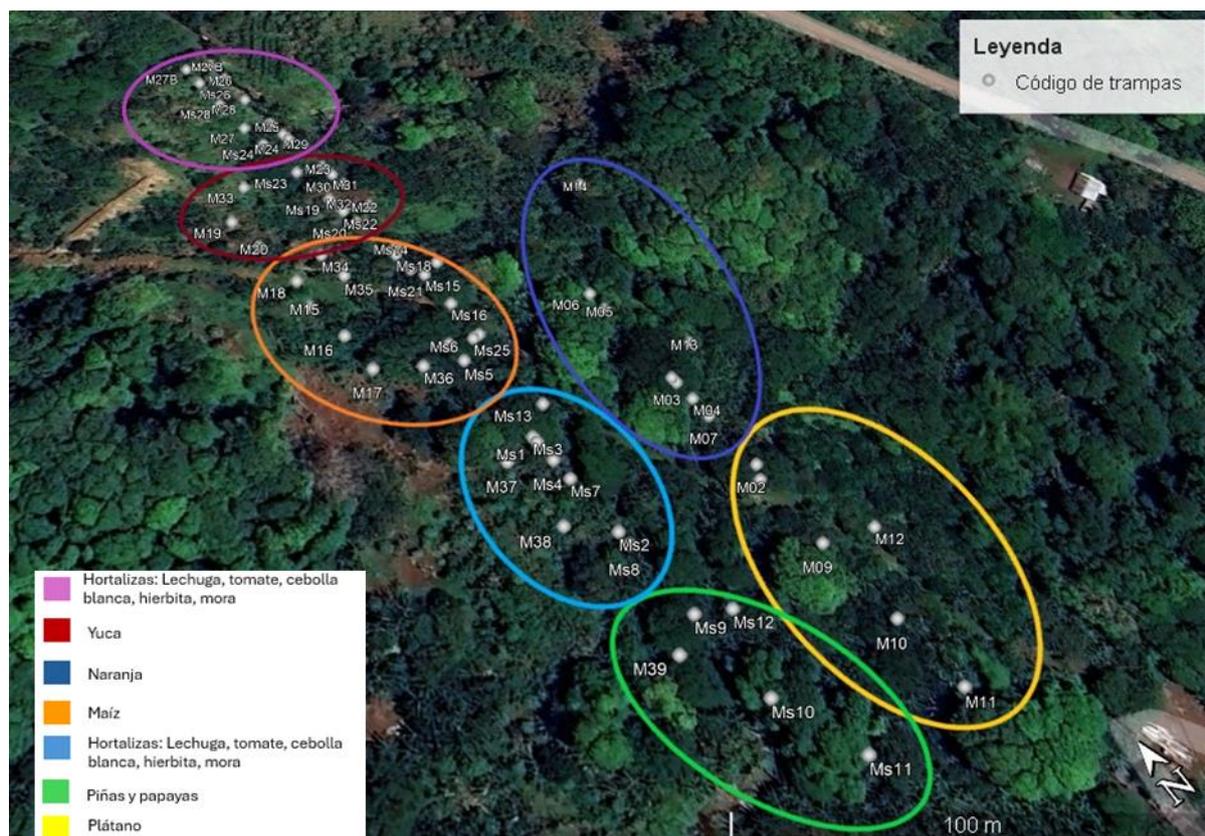


Figura 1. Área de estudio mostrando la ubicación de las diferentes zonas de cultivos (círculos de colores) presentes en la Finca Marianita. Se indican las estaciones de trampeo (puntos blancos con el código de la trampa) dentro de cada zona de cultivo. Imagen realizada en Google Earth Pro.

La distribución de capturas por cultivo se fracciona en primera instancia por las hortalizas, donde, las trampas Ms2, Ms4, Ms7, Ms08, Ms13, Ms24, Ms26, Ms27b capturaron entre 1 y 4 ratas cada una en cultivos de lechuga, tomate, cebolla blanca, hierbita y mora. Asimismo, las trampas Ms5, Ms17, Ms18, Ms25 capturaron entre 1 y 3 ratas cada una en

cultivos de maíz. Igualmente, la trampa Ms5 capturó 2 ratas en un cultivo de maíz y naranja, mientras que la trampa Ms13 capturó 2 ratas en hortalizas y naranja. Por otro lado, las trampas Ms9, Ms10, Ms11, Ms12 capturaron entre 1 y 3 ratas cada una en cultivos de plátano, piñas y papayas. Las trampas M19 y M20 capturaron 1 y 2 ratas, respectivamente, en cultivos de yuca. Finalmente, las trampas M8, Ms38, M38 capturaron 1 rata cada una.

De esta manera, los cultivos de hortalizas parecen atraer una mayor cantidad de ratas, ya que las trampas en este tipo de cultivos capturan entre 1 y 4 ratas, lo que indica una presencia considerable de roedores. En el caso de los cultivos de maíz también se observan varias capturas, aunque parece haber una variabilidad en la cantidad de ratas capturadas. No obstante, en cultivos de plátano, piñas y papayas también se capturan entre 1 y 3 ratas, lo que indica la presencia de roedores en estos cultivos. Menos capturas de ratas se obtuvieron en los cultivos de yuca en comparación con otros cultivos (Fig. 3).

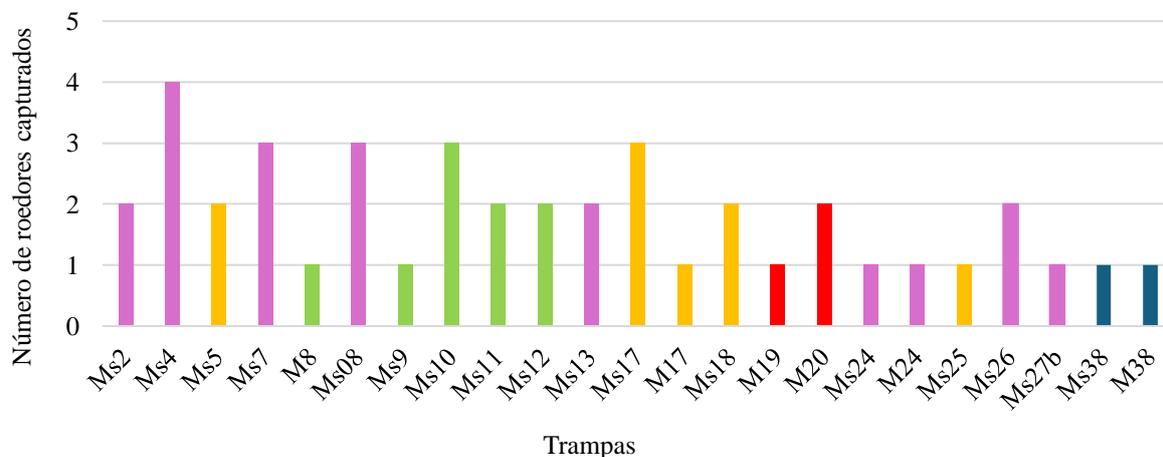


Figura 2. Número de capturas de roedores por estación de trampeo instalada en la Finca Marianita. Las trampas ubicadas en cultivos de hortalizas que están cerca de vegetación se presentan en barras azules, en cultivos de yuca (barras rojas), en cultivos de plátano (barras amarillas), en cultivos de piña y papayas (barras verdes), en cultivos de hortalizas que están cerca de encañadas (barras rosadas).

Basado en el éxito de captura (EC) calculado en cada uno de los cultivos se determinó que el cultivo de piña y papaya presenta el mayor nivel de infestación con un valor de EC del 36%, seguido por las hortalizas, marcadas con color rosado en la figura 3, (EC=31.66%) y el plátano (EC=30%). Los cultivos de yuca y hortalizas cercanas a vegetación, tuvieron valores bajos de EC. Mientras que los cultivos de naranja y maíz tuvieron valores nulos (Tabla 3). Los resultados sugieren que la cantidad de ratas capturadas puede variar según el tipo de cultivo y la ubicación de las trampas. Sin embargo, existen otros factores, como el manejo agrícola, presencia de alimento, refugio y la ubicación de las trampas, que también pueden influir en la cantidad de capturas.

Tabla 3. Porcentajes de éxito de captura para cada una de las zonas de cultivos. Se muestran los siete ambientes o tipos de cultivos presentes en la finca agrícola. El esfuerzo de trampeo y éxito de captura calculado en cada ambiente se expresa en porcentaje.

Tipos de cultivos	# Trampas	# Capturas	Esfuerzo de trampeo	Éxito de captura
Plátano	6	9	30	30
Maíz	17	0	85	0
Yuca	12	3	60	5
Piña y papaya	5	9	25	36
Hortalizas Azul	9	2	45	4,4
Hortalizas Rosado	12	19	60	31,66
Naranja	8	0	40	0

Control de roedores en zonas agrícolas

En las Islas Galápagos, la erradicación de especies invasoras, como roedores (ratones y ratas), es una prioridad para conservar la biodiversidad única del archipiélago. Por tanto, se han llevado a cabo varios programas de erradicación y control en zonas agrícolas (Tabla 4).

Tabla 4. Acciones implementadas para controlar y reducir roedores en las Islas Galápagos.

Acciones implementadas en Galápagos							
Responsable/s	Islas	Dispersión aérea	Cebos no envenenados	Cebos envenenados	trampas	Capacitación a agricultores	Campañas de control
Fundación Charles Darwin	Isla pinzón, Isla Santiago, Punta Pitt y otras islas		x			x	
Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG)	Floreana			x			x
Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG)	San Cristóbal			x			x

Uno de estos programas es la colocación estratégica de cebos envenenados en áreas infestadas para controlar y eliminar las poblaciones de roedores (Reyes, 2020). El Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2020) registra haber usado el método de distribución de cebos con pesticida desde un helicóptero equipado con una tolva y un sistema de dispersión, en la Isla Floreana. Por su lado, la Fundación Charles Darwin (2024), apoya con programas de provisión de trampas y cebos envenenados, asesoramiento sobre técnicas de manejo sostenible, y capacitación para los agricultores en prácticas efectivas de control de plagas. En la Isla Seymour Norte y el Islote Mosquera, el Parque Nacional Galápagos llevó a cabo un plan de control de roedores con el uso de cebos envenenados en 2019. En la Isla San

Cristóbal, la Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG) entrega a los agricultores y comunidad en general cebos envenenados para controlar estas especies y brindan charlas para el uso adecuado de los cebos (Y. Llerena, comunicación personal, 22 de mayo del 2024).

Cabe resaltar el Plan de manejo de animales de producción derivado del Plan de restauración ecológica de la Isla Floreana, que propone la eliminación de roedores mediante aplicaciones aéreas y manuales de cebo, con tres aplicaciones en las zonas húmedas y costeras y dos en las áreas secas, con intervalos de 7 a 10 días entre cada una. En este plan la reducción de la interferencia con las actividades agropecuarias, se establece en mantener el 100% de los animales, confinados en estructuras libres de roedores antes, durante y después de la dispersión del cebo. Las estaciones de cebo y trampas se colocarán un mes antes de la operación para monitorear y disminuir la actividad de roedores, y estas medidas se mantendrán después para continuar el seguimiento. Durante la implementación, todos los animales de producción permanecerán en encierros para evitar su acceso a cebos tóxicos o a otros animales que hayan consumido el cebo. Se emplearán materiales de construcción de alta calidad para estas instalaciones, lo que mejorará la gestión de los animales y aumentará la rentabilidad para los productores. (Dirección del Parque Nacional Galápagos, Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Santa María, Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Consejo de Gobierno del Régimen Especial para Galápagos & Island Conservation, 2021).

Otra estrategia clave es la adopción de prácticas agrícolas sostenibles que desincentiven la presencia de roedores. Esto incluye la limpieza regular de los campos y alrededores para eliminar refugios y fuentes de alimento accesibles para los roedores (Jaramillo et al., 2019). También se promueve el uso de barreras físicas, como mallas o cercas, alrededor de los cultivos para prevenir el acceso de estos animales (Nieto, 2023). Además, se fomenta la participación

de los agricultores en programas de monitoreo y control de roedores, así como en campañas de concientización sobre la importancia de mantener a raya a estas especies para proteger tanto la agricultura como la biodiversidad de las islas (Nieto, 2023). Para León (2024) la participación de la comunidad local es fundamental en el éxito de estos programas.

DISCUSIÓN

En la actualidad, el desarrollo de actividades en fincas se ve afectado negativamente por factores como la presencia de roedores. Estos animales tienen una alta tasa de reproducción y una rápida adaptabilidad a nuevos entornos (Víctor Sánchez-Cordero et al., 2022). Los roedores representan una problemática en zonas rurales, ya que impactan la producción al impedir la regeneración de la vegetación, alterando las dinámicas forestales y perjudicando ecosistemas enteros. Además, consumen y dañan productos almacenados, y son transmisores de enfermedades que afectan la salud humana (Campbell et al. 2013).

Abundancia y presencia de roedores

La presencia de *M. musculus*, *R. rattus* y *R. norvegicus* se ha registrado en las islas Santiago, Bartolomé, Floreana, San Cristóbal, Isabela, Pinzón, Isla Santa Cruz y Baltra (Key y Muñoz, 1994). Su distribución cosmopolita está asociada a su fácil adaptabilidad y flexibilidad de comportamiento individual (Polop et al. 2016), lo cual, los lleva a estar presentes en zonas rurales, pero también agrícolas.

De manera general, los ratones muestran una cierta preferencia por los cereales y la necesidad de agua (Víctor Sánchez-Cordero et al., 2022). Se ha constatado que *R. norvegicus* es muy común en las zonas altas de las islas donde existe mayor disponibilidad de agua (Key et al. 1994). La alta abundancia de estos roedores en la finca “Marianita”, podría estar asociada con la existencia de encañadas, lugares propicios para la presencia de estos organismos. Además, se conoce que estas especies ocupan cerca del 20% de zona terrestre de Galápagos (Harper & Carrión, 2011). Estas especies responden a la composición de los elementos del entorno disponible, que son: el hábitat, la comida y el tiempo, lo que influirá en la elección de micrositios donde los roedores llevarán a cabo sus diversas actividades (Kelt et al. 1999).

El éxito de captura obtenido en este estudio hace referencia al índice de abundancia el cual fue del 2.23% en la finca “Marianita” siendo menor al límite tolerable de infestación. Aunque se desconoce el límite tolerable de roedores en áreas rurales, hay informes en Perú y Colombia para zonas urbanas, se menciona que el límite tolerable es del 5% (Arrieta et al. 2001). Lo que indica que se deben incorporar acciones de control para minimizar la población de roedores en la finca. Mantener la cantidad de roedores por debajo de este límite es fundamental para prevenir daños a los cultivos y reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por estos animales, salvaguardando así la salud de los trabajadores y la calidad de los productos agrícolas.

Depredación de cultivos y relación entre la presencia de roedores con zonas de cultivos

Se pudo constatar una considerable infestación de roedores (36%) en zonas de cultivo de papaya y piñas, seguido por Hortalizas cercanas a la encañada con un valor del 31.66% y, finalmente cultivos de plátano con el 30% de infestación. Además, el propietario de la finca indicó haber observado cavidades en los cultivos de yuca con señales de mordeduras en estas y en las papayas. El comportamiento de cavar agujeros alrededor de las raíces ha sido registrado para *M. musculus* en la especie de cactus *Opuntia echios*, lo cual ha causado repercusiones en el número y reclutamiento de esta especie (Harper & Carrión, 2011). Se deduce que un comportamiento similar a este podría estar sucediendo con los cultivos.

Las tres especies de roedores capturados en la finca agrícola mostraron una dieta principalmente herbívora. Si bien no se logró identificar los restos de especies vegetales cultivadas en la zona, la abundancia de roedores en un ambiente específico nos sugiere la preferencia de hábitat de cada especie. Se ha reportado a *R. norvegicus*, *R. rattus* y *M. musculus* como especies de hábitos nocturnos (Polop et al. 2016; Sans-Fuentes, 2011), lo que sugiere que realizan sus actividades, incluida la alimentación, principalmente por la noche. No existen datos

referentes al tiempo de digestión de ninguna de estas especies, pero por sus hábitos nocturnos se cree que pueden haberse estado alimentando en la noche. Teniendo en cuenta que, el cebo para atraer a estos roedores fue colocado en horas de la tarde (~15:00) y la recolección se realizó al día siguiente en horas de la mañana (~09:00), podría asumirse que el tiempo que los individuos estuvieron capturados dentro de la trampa fue suficiente para que las presas consumidas antes o durante este periodo hayan sido digeridas casi en su totalidad. Sin embargo, existen estudios que reportan el consumo de plantas por parte de estos roedores (Shiels et al., 2014).

Investigaciones realizadas en la isla de Ilhéu Chao en el archipiélago portugués de Madeira (Key, et al. 1996), y en Otago, Nueva Zelanda (Miller & Webb, 2001), mostraron a la vegetación como uno de los principales componentes de la dieta de *M. musculus*, este último en la temporada fría. Para *R. rattus* en Galápagos, un reciente hallazgo en El Junco, Isla San Cristóbal, a ~ 600 ms.n.m reportó al material vegetal como uno de los ítems preferentes de la especie, entre las que se pueden distinguir semillas de: *Amaranthus sclerantoides*, *Miconia robinsoniana*, *Psidium guajava*, *Rubus niveus Thunb*, *Paspalum conjugatum Bergius* (Lasso, 2023). Riofrío-Lazo y Páez-Rosas (2015) reportaron que en El Junco las plantas son de los componentes alimentarios más importantes para *R. rattus* con un 98%, siendo la *Miconia robinsoniana* la semilla más dominante en los estómagos y en el área de estudio. También reportaron una dieta principalmente herbívora para *R. norvegicus* y carnívora para *M. musculus* (Riofrío-Lazo y Páez-Rosas, 2015). Los hábitos herbívoros en *R. norvegicus* también han sido observados en la Isla Lángara, Canadá, donde su dieta está compuesta principalmente por frutos, semillas y brotes de plantas, los cuales han sido reportados con una alta frecuencia de ocurrencia y abundancia relativa por Drever & Harestad (1998). La variedad de resultados encontrados en distintas fuentes bibliográficas referentes a la composición de dieta de estas

especies demuestra la alta flexibilidad y adaptabilidad de los roedores a los recursos alimenticios disponibles de su entorno.

La única fuente que se logró encontrar, que hace referencia a la depredación de cultivos por parte de los roedores en Galápagos, corresponde al “Plan de acción para la gestión del agua potable y las extensiones de agua en la Isla Floreana durante la erradicación de los roedores invasores y gatos ferales” elaborado por la Dirección del Parque Nacional Galápagos, Junta Parroquial de Floreana e Island Conservation (2021). Allí se menciona que el 23% de la población de la Isla Floreana se dedica a labores agrícolas (centrándose en cultivos como maíz, yuca, plátanos, cítricos, café, piñas, bananos, caña de azúcar y legumbres), y que aproximadamente el 40 % de la producción se pierde debido a la presencia de roedores.

Tomando como referencia los estudios ya mencionados y teniendo en cuenta la fácil adaptabilidad que presentan estos roedores a los distintos ambientes, asociada con su comportamiento alimentario oportunista, no resultaría extraño asumir que tengan una predominante presencia en zonas agrícolas y que se estén alimentando de los cultivos allí presentes. De acuerdo con el “Proyecto de control y erradicación de especies invasoras prioritarias para la reducción de la vulnerabilidad de especies endémicas y nativas de las islas Galápagos” (2016), los roedores generan pérdidas económicas en la agricultura al arruinar las cosechas y productos almacenados, y aunque no existe una cuantificación respecto de los daños, los agricultores los consideran severos.

Análisis de estrategias para reducir la plaga de roedores

Para controlar la plaga de roedores en la Isla Floreana, los agricultores utilizan productos como Klerat parafinado, cuyo componente activo es brodifacoum. Este rodenticida, adquirido en la Isla Santa Cruz, ha demostrado ser efectivo en el control de roedores. Además, Floreana cuenta con el apoyo del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la Agencia de Regulación y

Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG), a través de campañas de control de roedores (Plan de manejo de la agricultura Proyecto de Restauración Ecológica de La Isla Floreana, 2021).

En la Isla Seymour y el islote Mosquera se realizó un plan de erradicación de vertebrados invasores que afecta a la biodiversidad del Archipiélago. En este proyecto se implementó un control, el cebo de rodenticidas con el compuesto brodifacoum, que solo afectaba a roedores, donde tuvo resultados exitosos para la eliminación completa de estos organismos (Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2019).

Un proyecto similar se llevó a cabo en la Isla Macquarie, Australia, donde se enfrentaron desafíos ocasionados por ratas y ratones invasores en zonas agrícolas. Para esto, se emplearon cebos envenenados con brodifacoum, esparcidos mediante técnicas aéreas para cubrir grandes extensiones de terreno. Esta estrategia resultó ser altamente efectiva, facilitando la recuperación completa de la flora y fauna de la isla, con una mejora notable en la diversidad y cantidad de especies vegetales y animales (Serena, 2016).

Las experiencias previas han demostrado que el brodifacoum ha tenido los mejores resultados. El análisis de programas de erradicación en islas de todo el mundo indica que este compuesto ha logrado un éxito del 71% en la erradicación de roedores (Howald et al., 2007). Un punto importante que se sugiere considerar, es que el agente de control a emplear no contenga bitrex (amargante), dado que este aditivo se considera una de las principales causas de algunos fracasos en proyectos de erradicación de roedores (Howald et al., 2007).

Considerando estos antecedentes, se propone llevar a cabo una evaluación exhaustiva para determinar los posibles efectos del brodifacoum en cultivos y la salud humana, así como analizar los programas de control de roedores con el objetivo de optimizar su efectividad y reducir costos de aplicación. Esta evaluación deberá incluir estudios de toxicidad aguda y

crónica, análisis de residuos en productos agrícolas y comparación con estándares de seguridad, revisión de métodos de control de roedores y evaluación de su eficacia y costos asociados. Además, se deben explorar opciones para mejorar la sostenibilidad de los programas de control, considerando el riesgo de intoxicación para especies no objetivo y proponiendo medidas de mitigación apropiadas. Es así como la colaboración de técnicos especializados en agricultura y control de roedores, así como de diversas instituciones y profesionales, es necesaria para evaluar la efectividad y seguridad del método.

Otros programas de manejo de roedores han combinado varias estrategias como el uso de depredadores naturales (gatos o aves rapaces), como es el caso de las Islas de Mallorca en España (Camón, 2023). Complementariamente, en sitios como la Isla de San Andrés en Colombia se ha trabajado en la promoción de campañas de educación y concientización para los agricultores y la comunidad en general, con el fin de informar sobre las mejores prácticas de manejo de plagas y la importancia de proteger la agricultura y el ecosistema (Brown, 2022). Las campañas de educación son un componente de suma relevancia que debe acompañar cualquier otra estrategia de control de roedores en Galápagos, y cuyos resultados se verán reflejados en cambios comportamentales de la comunidad, siendo finalmente los actores principales en la prevención, control y manejo de este tipo de problemáticas.

CONCLUSIONES

Los roedores introducidos si bien constituyen una amenaza para otras especies de fauna en Galápagos por motivos de competencia y depredación, también representan un peligro para otros recursos como los agrícolas; una problemática menos estudiada, pero, que como este estudio pone en manifiesto, es también de especial relevancia. La abundancia de roedores en la finca “Marianita” sugiere un nivel medio de infestación. La dieta de la rata negra, rata noruega y el ratón doméstico es principalmente herbívora. Los restos de plantas encontradas en los estómagos de los roedores no pudieron ser identificados debido a su alto grado de digestión, por lo que no se pudo confirmar directamente una depredación de cultivos por parte de los roedores. No obstante, se han evidenciado señales de roeduras y excavación de lo que serían posibles madrigueras bajo las raíces de cultivos como las yucas, de acuerdo con el productor de la finca.

Diversos estudios han demostrado la preferencia por material vegetal en las tres especies de roedores y el consumo de productos agrícolas, frutas y verduras, por parte de estas especies en Galápagos. En este estudio se encontró un mayor nivel de infestación en tres de siete ambientes presentes en la finca. Los roedores presentaron preferencia de hábitat por los cultivos de piña-papaya, hortalizas, y plátano.

La experiencia previa respecto al control de roedores en Galápagos incluye el uso de cebos con veneno, especialmente de aquellos que incluyan brodifacoum como componente activo, habiendo mostrado efectividad en la mayoría de casos. Otros referentes de éxito en el control y erradicación de esta plaga en otras islas del mundo también sugieren el uso de cebos con este mismo componente. La replicación de medidas como estas debe ser evaluada previo a su aplicación por tratarse de zonas agrícolas en las que podría haber una contaminación de cultivos en caso de no tomarse las debidas precauciones. En cualquier caso, estas estrategias

deben combinarse con un componente de educación y concientización a los agricultores y el resto de la comunidad. De esta forma, no sólo se logrará proteger los cultivos y reducir los costes económicos, sino que también se ayudará a preservar la biodiversidad única de las Islas Galápagos y el equilibrio ecológico de este frágil ecosistema.

RECOMENDACIONES

Para abordar la problemática de los roedores en las fincas agrícolas en Galápagos y su impacto en este sector, se sugiere implementar:

- Un sistema de monitoreo continuo para la detección y evaluación del nivel de infestación.
- Estudios complementarios para la identificación de cultivos afectados en zonas agrícolas y buscar alternativas para la reducción de la población de roedores.
- Con la colaboración de personas especializadas dar seguimiento al uso de cebos con brodifacoum para investigar si hay una posibilidad de daño a las personas y a los cultivos, además del uso de trampas mecánicas y métodos biológicos.
- Programas de capacitación y concientización sobre el control de roedores y la protección de la biodiversidad hacia la comunidad, promoviendo medidas preventivas y sostenibles.
- Estudios adicionales para evaluar la efectividad de las estrategias de control y colaborar con instituciones de investigación para desarrollar soluciones más eficaces.
- Prácticas agrícolas sostenibles y protocolos de manejo integrado de plagas en trabajo colectivo con la comunidad.

REFERENCIAS

- Aaron P. Miller & Peter I. Webb (2001) Diet of house mice (*Mus musculus* L.) on coastal sand dunes, Otago, New Zealand, *New Zealand Journal of Zoology*, 28:1, 49-55, DOI: 10.1080/03014223.2001.951825
- Arrieta T, Marco, Soto Z, Rodolfo, Gonzáles R, Rodolfo, Nombera C, Jaime, Holguín M, Carlos, & Monje C, Julio. (2001). Características de la población de roedores y pulgas en áreas de diferente riesgo para peste de tres provincias del departamento de Piura-Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 18(3-4), 90-97. Recuperado en 21 de mayo de 2024, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342001000200007&lng=es&tlng=es.
- Baidez, E. (2016). Diseño de un cebo óptimo para el control de poblaciones de *Rattus* sp [Universitat de les Illes Balears]. Facultad de ciencia. https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/145662/Baidez_Estefania.pdf?sequence=1
- Brown, A. (2022). Planteamiento de alternativas para el tratamiento de los residuos sólidos en San Andrés Isla. [Proyecto aplicado]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/49701>
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., & Shostak, A. W. (1997). Parasitology Meets Ecology on Its Own Terms: Margolis et al. Revisited. *The Journal of Parasitology*, 83(4), 575–583. <https://doi.org/10.2307/3284227>
- Campbell KJ, V Carrión y C Sevilla. 2013. Incrementando la escala de erradicaciones exitosas de roedores invasores en las islas Galápagos. Pp. 194-198. En: Informe Galápagos 2011-2012. DPNG, GCREG, FCD y GC. Puerto Ayora, Galápagos,

Dirección del Parque Nacional Galápagos. (2019). Los roedores ya no serán una amenaza para la Isla Seymour Norte y el islote Mosquera. Obtenido de <https://galapagos.gob.ec/los-roedores-ya-no-seran-una-amenaza-para-la-isla-seymour-norte-y-el-islote-mosquera/>

Dirección del Parque Nacional Galápagos, Junta Parroquial de Floreana e Island Conservation (2021) Plan de acción para la gestión del agua potable y las extensiones de agua en la Isla Floreana durante la erradicación de los roedores invasores y gatos ferales. Versión 7. Obtenido de https://www.islandconservation.org/wp-content/uploads/2022/05/4.-Plan_manejo_agricultura_20210208.pdf

Dirección del Parque Nacional Galápagos, Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Santa María, Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Consejo de Gobierno del Régimen Especial para Galápagos & Island Conservation (2021) Plan de Manejo para los Animales de Producción de la isla Floreana. Versión 10. 21 pp. Obtenido de https://www.islandconservation.org/wp-content/uploads/2022/05/5.-Plan_manejo_animales_produccion_20210208.pdf

Drever, Mark C., and Alton S. Harestad. 1998. Diets of Norway Rats, *Rattus norvegicus*, on Langara Island, Queen Charlotte Islands, British Columbia: Implications for conservation of breeding seabirds. *Canadian Field-Naturalist* 112(4): 676-683. <https://doi.org/10.5962/p.358497>

Fundación Charles Darwin. (29 de abril de 2024). Base de datos de las especies de las Galápagos. Obtenido de <https://datazone.darwinfoundation.org/es/checklist/?species=5245>

Harper, G. A., Carrion, V., Veitch, C. R., Clout, M. N., & Towns, D. R. (2011). Introduced rodents in the Galápagos: colonisation, removal and the future. *Island invasives:*

eradication and management, 63-66.

https://www.researchgate.net/publication/284466486_Introduced_rodents_in_the_Galapagos_colonisation_removal_and_the_future

Howald, G., Donlan, C.J., Galván, J.P., Russell, J., Parkes, J., Samaniego, A., Wang, Y., Veitch, D., Genovesi, P., Pascal, M., Saunders, A., Tershy, B. (2007). Invasive rodent eradication on islands. *Conservation Biology* 21, 1258-1268.

Jaramillo, P., Tapia, W., Negoita, L., Plunkett, E., Guerrero, M., Mayorga, P., Gibbs, J. (2020). Proyecto Galápagos Verde 2050. Vol 1. Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos-Ecuador. Pp. 1-130.

https://www.darwinfoundation.org/es/documents/505/GalapagosVerde2050_es_33uNIwn.pdf

Jiménez-Uzcátegui, G. y Parker P. G. (2018). Atlas de Galápagos, Ecuador: “Especies Nativas e Invasoras”. Quito, FCD y WWF-Ecuador: 176-179.

(2018). Atlas de Galápagos, Ecuador: Especies Nativas e Invasoras. Quito, FCD y WWF-Ecuador: 158-159. Kelt, D. A., P. L. Meserve, B. D. Patterson y B. K. Lang. 1999. Scale dependence and scale independence in habitat associations of small mammals in southern temperate rain forest. *Oikos*, 85: 320-334. <https://doi.org/10.2307/3546498>

Key, G., & Muñoz, H. (1994). Distribución y estado actual de roedores en las Islas Galápagos. *Noticias de Galapagos*, 51(53), 1-6. <http://hdl.handle.net/1834/23742>

Key, Gillian; Platenberg, Renata; Easby, Andrew; and Mais, Kathleen, "The Potential Impact Of Introduced Commensal Rodents On Island Flora" (1996). *Proceedings of the Seventeenth Vertebrate Pest Conference 1996*. 32. <https://digitalcommons.unl.edu/vpc17/32>

Lasso Caicedo, Marcos Patricio, and Marjorie Riofrío-Lazo. “Composición de la dieta y presencia de endoparásitos en la rata negra (*Rattus rattus*) en El Junco en la Isla San Cristóbal, Galápagos.” Tesis (Licenciado en Gestión Ambiental), Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales; Quito, Ecuador, 2023, 2020. Print.

Ministerio del Ambiente y Dirección del Parque Nacional Galápagos. (2016). Programa de control de especies invasoras prioritarias para la reducción de la vulnerabilidad de especies endémicas y nativas de las islas Galápagos. Obtenido de https://www.galapagos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/Proyecto_control_y_errad.pdf

Ministerio del ambiente, agua y transición ecológica. (2020). DPNG implementa plan para erradicar roedores de Pinzón y Plaza Sur. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/dpng-implementa-plan-para-erradicar-roedores-de-pinzon-y-plaza-sur/#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20est%C3%A1%20basado%20en,la%20superficie%20de%20las%20islas>.

Ministerio del Ambiente, Dirección del Parque Nacional Galápagos. (2016). Programa de control de especies invasoras prioritarias para la reducción de la vulnerabilidad de especies endémicas y nativas de las islas Galápagos. Obtenido de https://www.galapagos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/Proyecto_control_y_errad.pdf

Nieto, A. (2023). Evaluación del estado sanitario de las tortugas gigantes de las Islas Galápagos desde una perspectiva de One Health. Universidad Complutense de Madrid. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/4097>

- Oswaldo, B. T. (2009). Las islas Galápagos: Tesoro natural. *Revista Ecuatoriana De Medicina Y Ciencias Biológicas*, 30(1-2). <https://doi.org/10.26807/remcb.v30i1-2.68>
- Parque Nacional Galápagos. (2016). Plan de inversiones. Proyecto de control y erradicación de especies invasoras prioritarias para la reducción de la vulnerabilidad de especies endémicas y nativas de las islas Galápagos. Ministerio del Ambiente. Obtenido de: https://www.galapagos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/Proyecto_control_y_errad.pdf
- Polop, J., Priotto, J., Steinmann, A., Provensal, C., Castillo, E., Calderón, G., Enría, D., Sabattini, M. y Coto, H. (2016). Manual de control de roedores en municipios. Fundación Mundo Sano. <https://msptucuman.gov.ar/wordpress/wp-content/uploads/2016/04/Manual-de-control-de-roedores-op.pdf>
- Riofrío-Lazo M, Páez-Rosas D (2015) Feeding Habits of Introduced Black Rats, *Rattus rattus*, in Nesting Colonies of Galapagos Petrel on San Cristóbal Island, Galapagos. *PLoS ONE* 10(5): e0127901. doi:10.1371/journal.pone.012790
- Sans-Fuentes, M. A. (2011). Ratón casero – *Mus musculus*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Cassinello, J. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Serena, L. (2016). *Third Meeting of the Population and Conservation Status Working Group Evaluation Report for Macquarie Island Pest Eradication Project*. <https://www.acap.aq/working-groups/population-and-conservation-status-working-group/population-and-conservation-status-wg-meeting-3/pacswg3-information-papers/2763-pacswg3-inf-06-evaluation-report-for-macquarie-island-pest-eradication-project/file>

- Shiels, A. B, & Pitt, W. C. (2014). A Review of Invasive Rodent (*Rattus* spp. and *Mus musculus*) Diets on Pacific Islands. Proceedings of the Vertebrate Pest Conference, 26.
<http://dx.doi.org/10.5070/V426110336> Retrieved from
<https://escholarship.org/uc/item/9km27608>
- Vázquez, L. (2008). Manejo ecológico de plagas. LEISA Revista de agroecología, 23(4), 1-40.
<https://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol34n1.pdf>
- Víctor Sánchez-Cordero, Gabriel Gutierrez Granados, Ángel Rodríguez-Moreno, & Flores, J. (2022). Roedores y riesgo agrícola. El modelado del nicho ecológico como herramienta de predicción. ResearchGate; unknown.
https://www.researchgate.net/publication/360859414_Roedores_y_riesgo_agricola_El_modelado_del_nicho_ecologico_como_herramienta_de_prediccion
- Villanua Inglada, D., Leránoz Urtasun, I., López Alonso, A., Astrain, C., & Díez Huguet, P. (2020). Rata Topera en las praderas del Pirineo: Plan de Control Biológico de roedores en cultivos. Navarra agraria, 238, 15-18.