

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

**Composición de la dieta y presencia de endoparásitos en la rata
negra (*Rattus rattus*) en El Junco en la Isla San Cristóbal,
Galápagos.**

Marcos Patricio Lasso Caicedo

Gestión Ambiental

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

Puerto Baquerizo Moreno, 24 de marzo de 2023

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

HOJA DE CALIFICACIÓN

DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**Composición de la dieta y presencia de endoparásitos en la rata negra
(*Rattus rattus*) en El Junco en la Isla San Cristóbal, Galápagos.**

Marcos Patricio Lasso Caicedo

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

Puerto Baquerizo Moreno, 24 de marzo de 2023

© 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: Marcos Patricio Lasso Caicedo

Código: 00207626

Cédula de identidad: 2000076923

Lugar y fecha: Puerto Baquerizo Moreno, 24 de marzo de 2023

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UNPUBLISHED DOCUMENT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 introducidas constituyen una amenaza para la biodiversidad en islas oceánicas. En las Islas Galápagos, destacan los roedores introducidos como la rata negra *Rattus rattus*, responsable de la extinción de varias especies de roedores endémicos, y la reducción del éxito reproductivo del petrel de Galápagos (*Pterodroma phaeopygia*), ave marina endémica en peligro crítico de extinción en el archipiélago. Las ratas negras son un reservorio de enfermedades zoonóticas, por lo cual son una amenaza potencial para la salud pública y la biodiversidad. En este estudio se analizó el contenido estomacal de 46 ratas negras capturadas en la colonia de anidación de petrel de Galápagos El Junco en Isla San Cristóbal durante julio y agosto de 2022. Se determinó la composición de su dieta y la prevalencia y abundancia de parásitos helmintos en los estómagos analizados. La rata negra compone su dieta principalmente de alimento de origen vegetal (99.83%) y en menor porcentaje (0.17%) de origen animal, específicamente invertebrados artrópodos de la clase insecta. La especie presa con mayor abundancia relativa y frecuencia de ocurrencia fue la *Miconia robinsoniana* (37.38% y 90% respectivamente). No se encontró evidencia de depredación sobre petrel de Galápagos. El 76.09% (35/46) de las ratas analizadas se encontraron infectadas con helmintos. Las mayores frecuencias se observaron en hembras (85.7%, 20/25), y en individuos de mayor tamaño (92.31%, 15/16). No se observaron diferencias significativas en las frecuencias de infección entre sexos ni intervalos de longitud estándar pero existe una tendencia positiva entre la abundancia de nemátodos y la talla corporal de las ratas. Comprender la ecología trófica y nivel de parasitismo de estos roedores contribuye al diseño de estrategias de manejo y control de estas especies introducidas en las Islas Galápagos.

Palabras clave: rata negra, Islas Galápagos, parásitos, helmintos, dieta.

ABSTRACT

Introduced species constitute a threat to biodiversity on oceanic islands. In the Galapagos Islands, the introduced rodents stand out, such as the black rat *Rattus rattus*, which is responsible for the extinction of several endemic rodent species, and reduced reproductive success of the Galápagos petrel (*Pterodroma phaeopygia*), a critically endangered endemic seabird in the archipelago. Black rats are a reservoir of zoonotic diseases, making them a potential threat to public health and biodiversity. In this study, the stomach contents of 46 black rats captured at El Junco Galapagos petrel nesting colony on San Cristóbal Island during July and August 2022 were analyzed. The diet composition and the prevalence and abundance of helminth parasites were determined in the stomachs analyzed. The black rat composes its diet mainly of food of plant origin (99.83%) and to a lesser percentage (0.17%) of animal origin, specifically arthropod invertebrates of the insect class. The prey species with the highest relative abundance and frequency of occurrence was the *Miconia robinsoniana* (37.38% and 90% respectively). No evidence of predation on Galapagos petrels was found. 76.09% (35/46) of the rats analyzed were found to be infected with helminths. The highest frequencies were observed in females (85.7%, 20/25), and in larger individuals (92.31%, 15/16). No significant differences were observed in the infection frequencies between sexes or standard length intervals, but there is a positive trend between the abundance of nematodes and the body size of the rats. Understanding the trophic ecology and level of parasitism of these rodents contributes to the design of management and control strategies for these introduced species in the Galapagos Islands.

Keywords: black rat, Galapagos Islands, parasites, helminthes, diet.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	5
Abstract.....	7
Introducción	10
Justificación.....	14
Objetivos.....	15
Métodos.....	16
Resultados.....	21
Discusión.....	25
Conclusiones.....	30
Referencias	32
Anexos.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Espectro trófico / listado de especies-presa de las ratas negras capturadas en el área de estudio. Para cada una de ellas se calcula la frecuencia de ocurrencia FO y la abundancia relativa AR promedio.....	22
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de distribución del roedor introducido rata negra (<i>Rattus rattus</i>) en las Islas Galápagos. Tomado de Jiménez-Uzcátegui & Carrión-González, (2018).....	11
Figura 1. Ubicación del área de estudio. a) El Junco en el sur de la Isla San Cristóbal, b) zona de trapeo mostrando la localización de las trampas (círculos blancos). Imágenes realizadas en Google Earth Pro (2023) a partir de la georreferenciación de las estaciones de muestreo.....	17
Figura 3. Porcentaje de prevalencia (frecuencia de infección) de parásitos helmintos en ratas negras capturadas en El Junco de acuerdo a cuatro intervalos de longitud estándar. 1) 93 y 117.3 mm, 2) 117.4 a 141.7 mm, 3) 141.8 a 166.1 mm, 4) 166.2 a 190.5 mm.....	24
Figura 4. Relación lineal positiva entre la longitud estándar de los hospederos y la abundancia de helmintos encontrados.....	24

INTRODUCCIÓN

Las Islas Galápagos constituyen un laboratorio natural de evolución gracias a su alto endemismo, el cual en su mayoría corresponde a especies terrestres. La unicidad de las islas y su buen estado de conservación han permitido otorgarles el título de Patrimonio Natural de la Humanidad. Sin embargo, a raíz de la colonización de las islas por parte de los seres humanos, éstas se han visto amenazadas por los impactos negativos causados por la presencia y actividades de quienes las visitan y habitan (Machado et al., 1994).

Una de las principales amenazas para la conservación de los ecosistemas y las especies endémicas y nativas de Galápagos son las especies introducidas (Jimenez-Uzcátegui & Carrión-González, 2018). Actualmente existen tres especies de roedores introducidos en Galápagos: la rata negra (*Rattus rattus*), la rata noruega (*Rattus norvegicus*), y el ratón doméstico o ratón de campo (*Mus musculus*) (Jimenez-Uzcátegui & Carrión-González, 2018). Estos roedores alteran las comunidades terrestres y las propiedades del ecosistema ya que se alimentan de varios grupos taxonómicos de plantas y animales (Campbell & Atkinson, 2002). Afectan la reproducción vegetativa de las plantas ya que consumen semillas, tallos, hojas y frutos; y también depredan invertebrados como artrópodos, caracoles y lombrices; y vertebrados como aves pequeñas, pichones, huevos de aves y reptiles, etc. (Island Conservation, 2013).

La rata negra es considerada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN como una de las cien especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (Lowe, et al. 2004). Esta especie cuenta con cualidades biológicas y ecológicas que le dan potencial adaptativo. Sus poblaciones se propagan a gran velocidad ya que presentan un corto período de gestación y ciclos sexuales repetidos; además tienen una dieta omnívora (Jimenez-

Uzcátegui & Carrión-González, 2018). Por esta razón, la rata negra ha llegado a establecerse en todas las zonas de vegetación de las islas donde habita, e incluso en islas que no tienen presencia humana (Fig. 1).

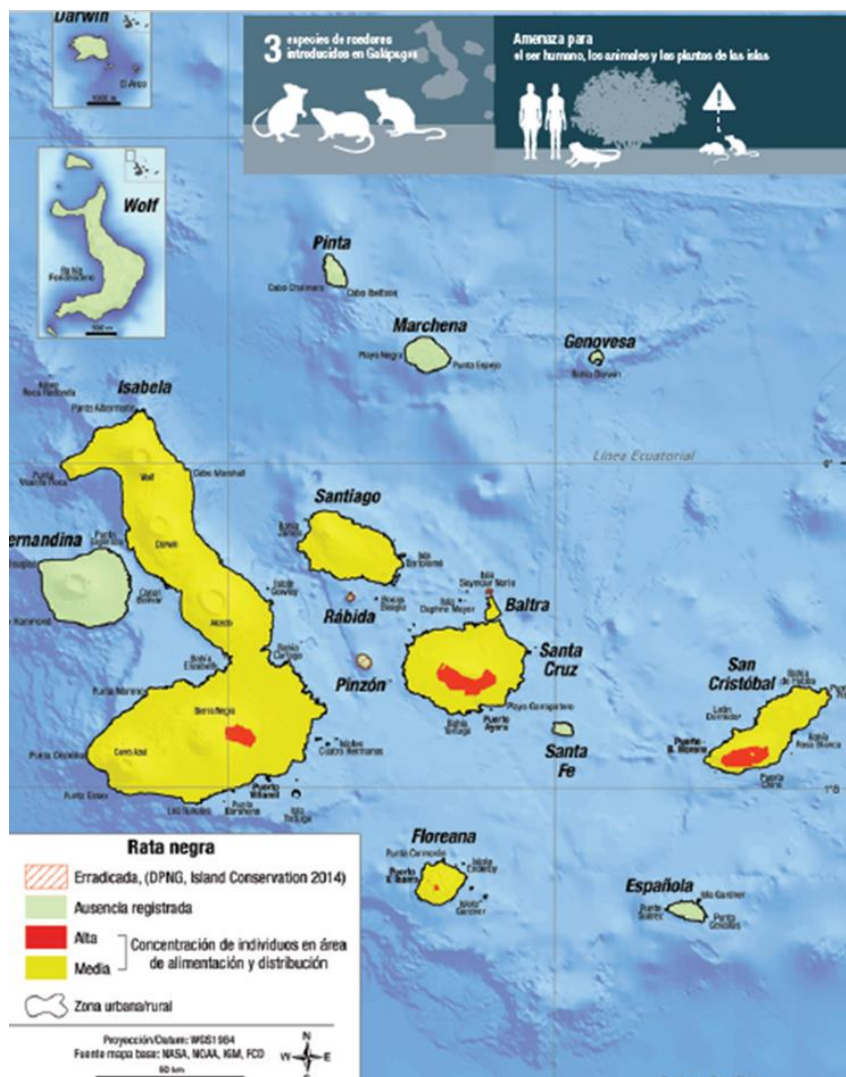


Figura 2. Mapa de distribución del roedor introducido rata negra (*Rattus rattus*) en las Islas Galápagos. Tomado de Jiménez-Uzcátegui & Carrión-González, (2018)

La competencia directa por hábitat y alimento que la rata negra ejerce sobre las poblaciones de roedores endémicos de Galápagos ha causado el desplazamiento e incluso la extinción de cuatro de estas especies (Gillian & Muñoz-Heredia, 1994); convirtiéndolo en el

taxón de vertebrados con mayor número de extinciones en el archipiélago (Campbell et al., 2013). La depredación de huevos y pichones de petrel de Galápagos, *Pterodroma phaeopygia* por parte de la rata negra, ha sido catalogada como la causa principal del fracaso del nido y reducción del éxito reproductivo de esta ave marina endémica de Galápagos (Cruz & Cruz, 1987). En la Isla Santa Cruz, esta depredación produce un 70% de mortalidad en la población de petreles allí presente (Cruz & Cruz, 1987).

El petrel de Galápagos anida en cinco islas del archipiélago incluidas San Cristóbal, Floreana, Santa Cruz, Santiago e Isabela (Cruz & Cruz, 1990). La vulnerabilidad del petrel a la destrucción de sus nidos por el ganado y chivos, y depredación por roedores, gatos, cerdos y perros (Harris, 1970; Tomkins, 1985), ocurre porque el petrel construye sus nidos en cuevas profundas de la zona de transición y húmeda (Granizo et al., 2002), donde deposita un huevo al año y regresa en cada época de reproducción (Cruz & Cruz, 1990). Estas características hacen que el petrel de Galápagos se encuentre en constante amenaza y sea catalogado como especie en peligro crítico de extinción de acuerdo a la UICN (BirdLife International, 2018).

La rata negra transmite enfermedades al ser humano (Iannacone & Alvariño, 2002). Este riesgo se maximiza con la multiplicación de los roedores y su asociación a las actividades humanas ya que de esta forma es más probable que los alimentos y el agua destinados para el consumo humano sean contaminados con heces de rata (Cruz-Perca, et al., 2020). Así sucede la transmisión de enfermedades causadas por patógenos zoonóticos que son hospedados por las ratas, entre los que se encuentran especies de protozoos y helmintos (Panti-May et al., 2021). Dentro de los gusanos o helmintos parasitarios se encuentran dos filos, los que corresponden a gusanos aplanados o platelmintos (clase tremátodos y céstodos) y los que corresponden a gusanos cilíndricos nematelmintos o nemátodos. Algunas de las

enfermedades zoonóticas de tipo parasitarias que corresponden a helmintos del filo nemátoda más importantes transmitidas por roedores son: triquinosis (*Trichinella spiralis*) y angiostrongiliasis (*Angiostrongylus cantonensis*) (Meeburg, et al., 2009; Panti-May et al., 2021). La presencia de nematodos y céstodos se ha identificado en especies del género *Rattus* del Ecuador continental, con prevalencia en el 65% de los individuos analizados (Solórzano et al., 2021). En las Islas Galápagos no existen reportes de la presencia de endoparásitos helmintos en roedores introducidos ni su prevalencia como potencial afectación a la vida silvestre.

El presente estudio se enfocó en analizar el contenido estomacal de la rata negra presente en la colonia de anidación del petrel de Galápagos ubicada en “El Junco” en la Isla San Cristóbal, con la finalidad de identificar las especies presa que consumen las ratas y determinar la frecuencia de infección parasitaria de helmintos en sus estómagos. De esta forma, se evaluó la potencial depredación que esta especie introducida ejerce sobre el petrel de Galápagos y se determinó la prevalencia de endoparásitos en las ratas negras que habitan un importante sitio de conservación.

JUSTIFICACIÓN

La rata negra constituye una amenaza a la biodiversidad de las Islas Galápagos como a la población humana que allí se encuentra. Por lo tanto, todo esfuerzo de investigación que contribuya a su erradicación o a la minimización de sus impactos es considerado de prioridad.

Se han llevado a cabo campañas de erradicación de esta especie, controles de sus poblaciones y estudios acerca de su ecología. Los cuales constituyen intentos de salvaguardar a las especies endémicas de aves, reptiles y mamíferos que se han visto mermadas por la depredación y la competencia ejercidas por este roedor invasivo. Sin embargo, no existen estudios acerca de la helmintofauna presente en las ratas negras, a lo que no se debe restar importancia, ya que las ratas son un reservorio de enfermedades zoonóticas. El Junco es un área prioritaria de conservación específica y este es el primer estudio en el que se ha reportado la presencia de endoparásitos en un roedor introducido en Galápagos, con lo cual se abre el camino para estudios parasitológicos en el archipiélago. Estos estudios son de importancia para la conservación de la biodiversidad y la salud humana.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la composición de la dieta y la prevalencia de endoparásitos en la población de ratas negras presentes en la colonia de anidación de Petrel de Galápagos ubicada en el Junco en la Isla San Cristóbal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar y analizar la frecuencia de ocurrencia y abundancia relativa de las especies presa consumidas por las ratas negras presentes en el área de estudio.
2. Determinar la abundancia, prevalencia e intensidad de endoparásitos helmintos en las muestras de estómago de las ratas capturadas, así como la relación entre la abundancia de helmintos con parámetros biológicos (longitud estándar y sexo) del hospedero.

MÉTODOS

El presente estudio forma parte de un proyecto de investigación que busca conocer la biología, ecología trófica y dinámica poblacional de mamíferos introducidos (roedores y gatos) y evaluar sus impactos sobre especies endémicas y nativas en zonas prioritarias de conservación en las Islas Galápagos. El proyecto es liderado por la Dra. Marjorie Riofrío-Lazo y cuenta con el permiso de investigación PC-04-23 otorgado por la Dirección del Parque Nacional Galápagos DPNG. La investigación cumplió con los protocolos de ética y manejo animal aprobados por la DPNG y la Universidad San Francisco de Quito.

Área de estudio

El estudio se realizó en una de las colonias de anidación del Petrel de Galápagos que se encuentran en la Isla San Cristóbal: El Junco (S 0° 53' 44.498", O 89° 28' 43.227"); elevación: 620 m (Fig. 2). Esta colonia se encuentra dentro del área protegida del Parque Nacional Galápagos. La vegetación en zonas con elevaciones mayores a 600 m incluye abundante arbusto endémico miconia (*Miconia robinsoniana*), helechos, hepáticas terrestres, epífitas, y extensiones de pastos que se conocen como pampas (Cruz-Delgado et al., 2010). Las especies introducidas que se encuentran con frecuencia en esta zona son la mora (*Rubus niveus*), guayaba (*Psidium guajava*), caballos, ganado, cerdos, gatos y roedores (Cruz-Delgado et al., 2010). Los nidos de petreles generalmente se encuentran en quebradas, en áreas con densa cobertura vegetal donde predominan la miconia y los helechos nativos (Fig. 2).



Figura 3. Ubicación del área de estudio. a) El Junco en el sur de la Isla San Cristóbal, b) zona de trampeo mostrando la localización de las trampas (círculos blancos). Imágenes realizadas en Google Earth Pro (2023) a partir de la georreferenciación de las estaciones de muestreo.

Colección de muestras

Las muestras provienen de roedores capturados durante dos eventos de trampeo realizados en julio y agosto del 2022 respectivamente. Se colocaron trampas de captura en vivo en el sitio de anidación de petreles en el Junco: 30 tipo Tomahawk para ratas y 20 tipo Sherman para ratones (Anexo 1). Cada evento de trampeo constó de cuatro noches de captura y el área de trampeo fue de 3.5 ha. La distancia entre las trampas fue de 15 a 20 m y aproximadamente a 5 m de los nidos.

Las ratas capturadas fueron sedadas con acetona y sacrificadas por dislocación cervical. Los individuos fueron transportados en un cooler al laboratorio de Ecología Terrestre del Galapagos Science Center (GSC) para la identificación de especie, sexo, edad, registro de datos morfométricos: longitud estándar (cabeza y cuerpo; mm) y longitud de cola (mm), peso

(g) y colecta de estómagos (Anexo 2). La disección de los animales se realizó dentro de una cámara de bioseguridad. Las muestras extraídas se conservaron en alcohol al 70% hasta su posterior análisis.

Análisis de Contenido Estomacal

Para la obtención de las presas de las ratas, se abrió cada estómago y se tamizó el contenido estomacal bajo el chorro de agua continuo con un tamiz No. 60 con un tamaño de malla de 0.25 mm y un tamiz No. 30 con tamaño de malla de 0.5 mm (Anexo 3). El resultante se colocó en una caja Petri que se examinó con un estereomicroscopio (Anexo 4). Aquellos estómagos con todo el contenido digerido, o vacíos fueron descartados.

Los elementos encontrados fueron clasificados por categoría de alimento de acuerdo a su origen: vegetal o animal y fueron identificados hasta nivel de especie con la ayuda de una guía especializada en todos los casos que fue posible (Jaramillo et al., 2021). Los tipos de alimento considerados fueron: plantas (frutos, semillas, hojas, flores, tallos leñosos y herbáceos, raíces, rizomas); animales vertebrados (huesos, plumas) e invertebrados (hormigas, escarabajos, otros). El pelo y el papel fueron descartados ya que es su propio pelo el ingerido al acicalarse, y el papel proviene del cebo utilizado.

Dentro de los estómagos se encontraron parásitos helmintos que se identificaron a nivel de filo (Anexo 5). Estos gusanos no corresponden a una presa dentro de la dieta de las ratas, sino que su presencia es debido a la transmisión que los individuos sufrieron por la ingesta de vectores (e.g. algunas especies de artrópodos) que albergaban dichos parásitos (Riofrío-Lazo & Páez-Rosas 2015). Se determinó la presencia o ausencia de estos gusanos en cada hospedero, y se contabilizó el número de parásitos presente en cada estómago infectado. Tras

el análisis de cada muestra, se almacenaron todos los helmintos encontrados en un recipiente con alcohol al 90%. Estas muestras servirán para futuros análisis en los que usando técnicas parasitológicas estandarizadas los helmintos se identifiquen a nivel de especie (Iannacone & Alvariño, 2002).

Análisis de Datos

La abundancia poblacional de la rata negra se estimó mediante el éxito de captura. Este índice se expresa en porcentaje y se define como el número de individuos capturados por unidad de tiempo y esfuerzo.

A partir del análisis de contenido estomacal de *R. rattus* se calculó la frecuencia de ocurrencia de cada alimento que compone su dieta. El resultado se expresó en porcentaje y corresponde al número de estómagos que contenían cada ítem dividido para el total de estómagos analizados. La abundancia relativa de cada tipo de alimento se calculó para cada individuo y se expresó en porcentaje. Para esto se utilizó una cuadrícula de 5 x 5 mm debajo de la placa Petri que contenía los restos del contenido ingerido de cada estómago. Se cuantificó el número de cuadrados que contenía cada tipo de alimento y se dividió por el número total de cuadrados en la cuadrícula que contenían alimento. Posteriormente se calculó el promedio de abundancia relativa de cada especie presa identificada dentro de la dieta de *R. rattus*.

Se contabilizó el número de ratas infectadas con helmintos de acuerdo al sexo e intervalo de longitud estándar de los roedores y se calculó la prevalencia de endoparásitos, es decir la proporción de ratas infectadas en cada categoría expresado en porcentaje (Lafferty, et al., 2010). La longitud estándar de las ratas se dividió en cuatro intervalos: I (5 especímenes)

entre 93 y 117.3 mm, II (9 especímenes) entre 117.4 a 141.7 mm, III (19 especímenes) entre 141.8 a 166.1 mm y IV (13 especímenes) entre 166.2 a 190.5 mm. Las diferencias entre las frecuencias de infección por helmintos entre sexos e intervalos de longitud estándar de los hospederos se exploraron mediante la prueba de Chi-cuadrado (X^2). Se usó el coeficiente de correlación de Spearman (r_s) para estimar la relación entre la longitud estándar del hospedero y la abundancia de parásitos. Para el análisis de estos datos se utilizó el software Statistica versión 8.0 de la empresa StatSoft Inc. Para que exista significancia el valor de p debe ser menor a 0.05 ($p < 0.05$).

Además de la prevalencia, se calculó dos índices parasitarios. El índice de abundancia media, que corresponde al número de parásitos encontrados en cada individuo muestreado dividido para el total de roedores analizados incluyendo especímenes infectados y no infectados; y el índice de intensidad media, es decir el número de parásitos por cada individuo infectado sobre el número total de individuos parasitados (Bush et al. 1997, Iannacone & Alvaríño, 2002).

RESULTADOS

Abundancia de la población

Un total de 47 roedores introducidos fueron capturados durante los eventos de muestreo; 36 y 11 en las campañas uno y dos, respectivamente. Del total, 46 correspondieron a la especie *R. rattus* (rata negra) y uno al ratón doméstico o ratón de campo (*M. musculus*). Este último no fue incluido en los análisis ya que el propósito del estudio respecta a *R. rattus*, por lo tanto, el tamaño de muestra efectivo fue n=46. El 45.65% de ratas negras capturadas fueron machos (n=21) y el 54.35%, hembras (n=25).

El esfuerzo de trapeo difirió para cada evento o campaña de muestreo. El éxito de captura de la rata negra en la colonia de anidación de petreles en el Junco fue mayor en julio con un 17.68%. El esfuerzo de trapeo también fue mayor, utilizando un total de 198 trampas activas durante las cuatro noches de captura. En agosto, la abundancia relativa de la rata negra disminuyó a 6.29% y el esfuerzo de trapeo fue de 175 trampas activas durante las cuatro noches de captura.

Composición de dieta

Se diseccionaron 46 estómagos y cinco de ellos fueron descartados. De los cinco, dos fueron descartados por estar vacíos y tres por contener únicamente helmintos.

De los 41 estómagos analizados, se identificaron dos tipos principales de alimentos: plantas y animales, tal como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Espectro trófico / listado de especies-presa de las ratas negras capturadas en el área de estudio. Para cada una de ellas se calcula la frecuencia de ocurrencia FO y la abundancia relativa AR promedio.

División-Clase/Familia	Especies presa	FO	AR
	Material Vegetal		99,834
Magnoliophyta (Amaranthaceae)	<i>Amaranthus sclerantoides</i>	2	0,298
Magnoliophyta (Melastomataceae)	<i>Miconia robinsoniana (semilla)</i>	90	37,382
Magnoliophyta (Myrtaceae)	<i>Psidium guajava L. (semilla)</i>	7	0,458
Magnoliophyta (Rosaceae)	<i>Rubus niveus Thunb. (semilla)</i>	2	0,043
Magnoliophyta (Poaceae)	<i>Paspalum conjugatum Bergius (semilla)</i>	2	0,021
	Restos de plantas no identificados	95	61,633
	Material Animal		0,166
	Restos de invertebrados no identificados	2	0,166

Dentro del material vegetal se distinguieron cinco especies y se formó un grupo de material vegetal no identificado (restos herbáceos, leñosos, restos de tallos, hojas, raíces, frutos, etc) (Anexo 6). Las especies identificadas fueron: *M. robinsoniana* (Anexo 7), *R. niveus* (Anexo 8), *P. guajava*, (Anexo 9), *Amaranthus sclerantoides* (Anexo 10), y *Paspalum conjugatum*. Respecto del alimento de origen animal, se observaron restos de un invertebrado artrópodo de la clase insecta que no pudo ser identificado a nivel de especie (Anexo 11). El ítem con mayor abundancia relativa (AR) y frecuencia de ocurrencia (FO) fue aquel descrito como restos de plantas no identificados, con valores de 61.63% y 95% respectivamente. Las presas con mayor abundancia relativa y frecuencia de ocurrencia que se

puieron identificar fueron la especie endémica *M. robinsoniana* (AR=37.38%, FO=90%), seguida de lejos por la especie introducida *P. guajava* (AR=0.46%, FO=7%), la especie endémica *A. sclerantoides* (AR=0.30%, FO=2%), y otras especies introducidas en Galápagos (Tabla 1).

Abundancia y prevalencia de helmintos

De los 46 estómagos procesados de *R. rattus*, 35 se encontraron infectados con parásitos helmintos del filo nemátoda, indicando una prevalencia del 76.09% en la especie. El número total de nemátodos encontrados en las 46 ratas analizadas fue de 1078. El promedio de nemátodos por cada rata fue de 23.43 individuos, con un rango de variación entre 0 individuos (mínimo) y 126 individuos (máximo). La abundancia promedio de nemátodos en las ratas fue de 0.51, mientras que la intensidad media fue de 0.67.

Entre sexos, la mayor frecuencia de infección (individuos parasitados/total de individuos del mismo género) se observó en hembras (20/25, 80% de prevalencia) que en machos (15/21, 71.43% de prevalencia). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en las frecuencias de infección entre sexos tras realizar la prueba de Chi-cuadrado ($X^2=0.11$, g.l.= 1, $p=0.73$).

Entre los intervalos de longitud estándar, la mayor frecuencia de infección (individuos parasitados/total de individuos por intervalo) se observó en el intervalo IV (12/13, 92.31% de prevalencia). A este le siguen el intervalo III (15/19, 78.95% de prevalencia), el intervalo II (6/9, 66.67% de prevalencia), y finalmente el intervalo I (2/5, 40% de prevalencia) (Fig. 3). Sin embargo, estas diferencias en las frecuencias de infección entre tallas (longitud estándar) no son estadísticamente significativas ($X^2=1.43$, g.l.=3, $p=0.69$).

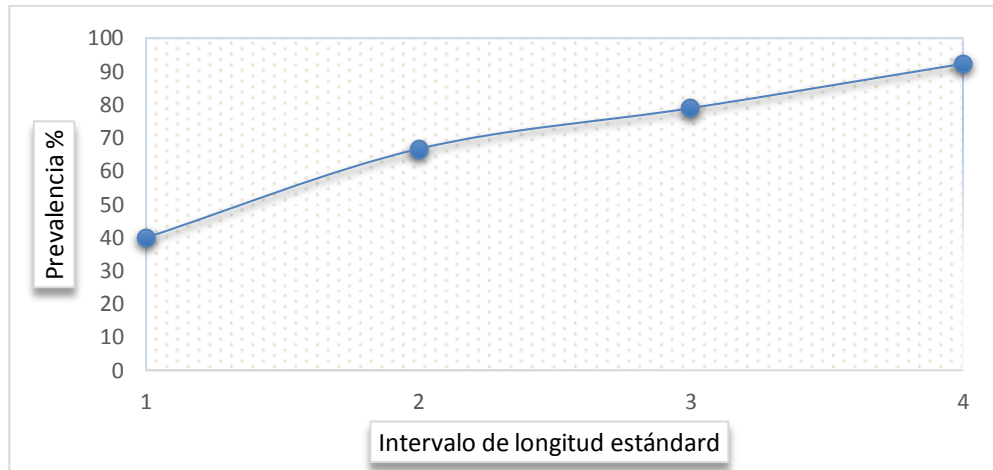


Figura 3. Porcentaje de prevalencia (frecuencia de infección) de parásitos helmintos en ratas negras capturadas en El Junco de acuerdo a cuatro intervalos de longitud estándar. 1) 93 y 117.3 mm, 2) 117.4 a 141.7 mm, 3) 141.8 a 166.1 mm, 4) 166.2 a 190.5 mm.

El coeficiente de Correlación de Spearman mostró una relación lineal directamente proporcional (positiva) y significativa con fuerza media a moderada entre la longitud estándar de los hospederos y la abundancia de helmintos ($r_s=0.435$, $p<0.05$) (Fig. 4).

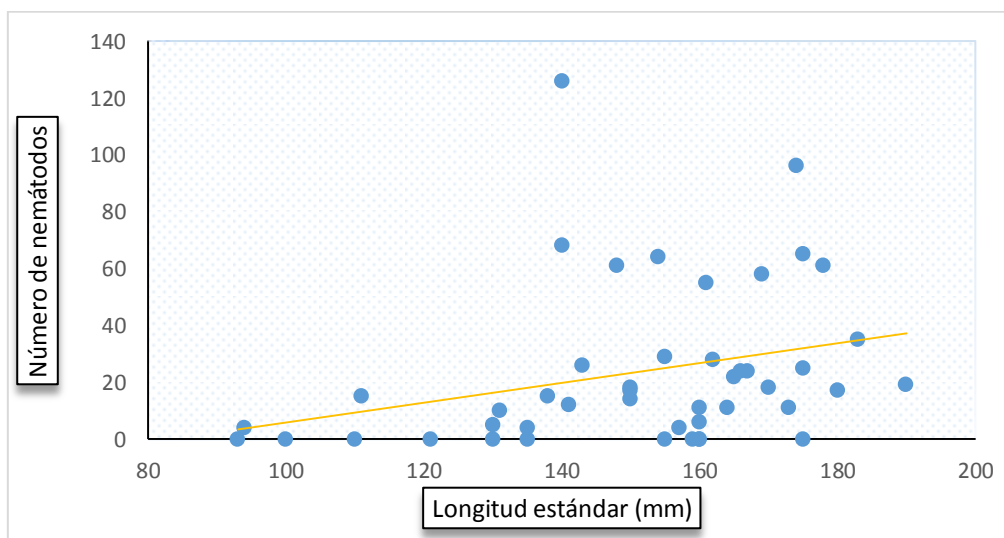


Figura 4. Relación lineal positiva entre la longitud estándar de los hospederos y la abundancia de helmintos encontrados.

DISCUSIÓN

A pesar de presentar una dieta omnívora, las ratas negras son comensales altamente selectivos (Clark D., 1981). Su capacidad de diversificar y complementar la dieta les ha permitido invadir y establecerse en variedad de hábitats y zonas de vegetación donde puede o no haber presencia humana (Jimenez-Uzcátegui & Carrión-González, 2018). Estos roedores seleccionan en su dieta la combinación de dos o tres tipos de alimentos, siendo uno de ellos el más frecuente y abundante (Clark D., 1982).

El material vegetal a menudo comprende el 80% de la dieta de las ratas negras en las islas del Pacífico (Shiels et al., 2014), y las frutas y semillas son los elementos vegetales más comunes en su dieta (Grant-Hoffman & Barboza, 2010). Dentro del material vegetal encontrado en este estudio, la semilla de *M. robinsoniana* fue la más abundante y frecuente en los estómagos de las ratas. Estos resultados coinciden con los obtenidos en un estudio previo en el mismo sitio y temporada de muestreo (Riofrío-Lazo & Páez-Rosas, 2015).

La dieta de las ratas negras difiere entre hábitats, por lo cual es normal encontrar variabilidad cuando la composición forestal del entorno cambia (Clark 1981). Esto muestra su comportamiento oportunista al alimentarse de las presas más disponibles en su habitat, pero seleccionando dos o tres ítems como presas principales (Clark 1982; Riofrío-Lazo & Páez-Rosas, 2015). En el área de estudio, la alta disponibilidad de semillas de miconia se debe a la abundancia de esta especie durante julio y agosto, lo cual es ampliamente aprovechado por la rata negra. No se encontró evidencia de consumo de petrel de Galápagos en los estómagos analizados. Esto puede deberse al bajo número de petreles registrados en los nidos durante los eventos de trampeo. Se ha determinado que en islas la depredación de huevos y pichones de aves marinas por parte de la rata negra ocurre para complementar su

dieta (Yabe et al., 2009; Hervías et al. 2014), con excepciones durante la temporada reproductiva de las aves en la que la depredación a estas especies tiene mayor relevancia (Caut et al., 2008).

Los artrópodos, particularmente los insectos, también son un alimento importante dentro de la dieta de las ratas negras. Sin embargo, es mucho más pequeño en relación con el material vegetal (Shiels et al., 2013). Este factor es determinante al momento de evaluar e identificar las infecciones parasitarias que afectan a las ratas negras, ya que estos parásitos se valen de hospederos intermediarios que cumplen la función de vectores como los insectos (Fernández-Rubio F., 1999).

Dentro del reservorio de enfermedades zoonóticas en los roedores, se han identificado alrededor de 60 (Meeburg, 2009). Estas enfermedades constituyen una amenaza para los humanos, las especies silvestres y domésticas (Rodríguez et al., 2010), y son causadas por patógenos virales, bacterianos, y helmintos que pueden infectar a sus hospederos por el contacto directo con las heces de los roedores (OPS, 2012).

Existen estudios previos acerca de la helmintofauna de roedores invasores en Ecuador (Solórzano et al., 2021) y otros países de Latinoamérica como Brasil (Vicente, 1997), Perú (Iannacone & Alvariño, 2002; Abad et al., 2016; De Sotomayor et al., 2015), México (Panti-May et al, 2021), Colombia (Romero-Herrera et al., 2020) y Chile (Garcés, 2022). Sin embargo, el presente estudio constituye el primer reporte de la presencia de parásitos helmintos en roedores invasores en Galápagos, específicamente la rata negra. Esta especie presenta una prevalencia de parásitos helmintos del 76.09% en Galápagos. Esta es una prevalencia alta y bastante similar a los resultados obtenidos por los estudios antes mencionados. En el estudio realizado en Chile se analizaron los enteroparásitos de *R. rattus*

presentes en zonas urbanas, rurales y silvestres. El resultado evidenció una mayor prevalencia, abundancia e intensidad media en zonas rurales, mientras que no existieron diferencias significativas entre la zona urbana y silvestre. En cuanto a la diversidad de especies, esta fue mayor en la zona urbana, seguida de la rural y la menor diversidad se encontró en la zona silvestre (Garcés, 2022). Varios de estos autores han encontrado evidencias que indican que las diferencias entre los factores bióticos y abióticos entre las zonas pueden ser relevantes para la composición de las comunidades de enteroparásitos helmintos.

A diferencia del presente estudio, los realizados en otros lugares de Latinoamérica que ya fueron mencionados si analizan la riqueza de especies parasitarias en los roedores. A pesar de que tanto la elevada prevalencia de parásitos, como la riqueza de especies resultantes son similares en todos ellos; la estructura de la comunidad de helmintos difiere según las características ambientales como temperatura del aire, pH del suelo, precipitación, presencia del hospedero intermedio, etc. (Simoes et al., 2014). Así mismo, Brasil-Sato & Pavanelli mencionan que las comunidades parasitarias de los huéspedes sujetos a la influencia de frecuentes alteraciones ambientales pueden sufrir variaciones en su riqueza y estructura comunitaria a través del tiempo (1999).

Evidentemente el hábitat determina la dieta de las ratas, y por lo tanto también la abundancia de parásitos nemátodos que pueden infectar a estos roedores. *Mastophorus muris* es un nemátodo presente en ratas y ratones alrededor del mundo y todas las latitudes (Vukicevic-Radic et al., 2007). En un estudio llevado a cabo en el Atolón de Palmyra, se determinó que el único factor consistente asociado con la abundancia de estos nemátodos en las ratas negras fue el hábitat de *Cocos nucifera*. *M. muris* requiere de un insecto hospedero y

C. nucifera podría proporcionar un hábitat para insectos huéspedes apropiados, o un microclima adecuado para las etapas de vida libre del nemátodo. Además, tanto ratas como insectos pueden alimentarse de esta misma especie (*C. nucifera*), lo cual abre oportunidades de transmisión (Lafferty et al., 2010). En los ecosistemas terrestres de Galápagos también ocurren interacciones ecológicas de este tipo entre ratas negras, especies de parásitos, de plantas y de insectos asociadas a un hábitat en particular, pero faltan estudios que permitan comprender mejor dichas interacciones. En base a esto es muy importante tener en cuenta el papel de los insectos, ya que cumplen su rol en ecología trófica como presas de *R. rattus* y al mismo tiempo el rol de hospederos intermedios y vectores dentro del parasitismo.

Si bien en el presente estudio no se identificaron los parásitos nemátodos a nivel de especie, esta es una tarea que se debe llevar a cabo en futuras investigaciones ya que de esta forma se pueden describir asociaciones ecológicas dependientes del hábitat. Así como también se puede contribuir a un mejor entendimiento de la diversidad, riqueza, abundancia y prevalencia de especies dentro de las comunidades de parásitos nemátodos en las ratas negras e incluso otros hospederos (Navone, 2017). De esta manera, se puede conseguir un mayor entendimiento del sistema hospedero-parásito-ambiente en los socio-ecosistemas de Galápagos.

Acorde con los resultados obtenidos de la prueba de Chi-cuadrado, no se encontraron diferencias significativas en la frecuencia de infección entre sexos ni entre intervalos de longitud estándar. Sin embargo, en este estudio se encontró una mayor prevalencia de helmintos en hembras y en los individuos del intervalo de longitud estándar IV, que corresponde a los de mayor talla. Esto puede deberse a la respuesta de los hospederos ante la infección parasitaria. Por ejemplo, ratas jóvenes infectadas por el helminto nemátodo *N.*

brasiliensis, no provocan la expulsión del parásito sino que éste persiste hasta la vida adulta. Mientras que las ratas adultas desarrollan una respuesta inmune ante la exposición a una infección por este nemátodo. Con lo cual, la carga parasitaria aumenta con el paso del tiempo en caso de que la infección haya ocurrido en un estadio juvenil del roedor (Simoes et al., 2014). Además, existen estudios que demuestran que la talla y el sexo de *R. rattus* influyen en la prevalencia de infección e intensidad media de algunos parásitos. Es el caso de Mafiana et al., que mostró que tanto la talla como el sexo del hospedero influyen en la prevalencia de infección del helminto *H. diminuta*, mas no en otros parásitos (1997). También en el estudio de Nama & Parihar se encontró relación entre el sexo del hospedero y la abundancia media del nemátodo *P. chanchanensis* (1976).

El estudio de las interacciones ecológicas entre especies introducidas como la rata negra y especies endémicas de flora y fauna es de gran importancia para entender relaciones interespecíficas como depredación, competencia y parasitismo que se da en los ecosistemas terrestres de Galápagos.

En la actualidad existe gran preocupación en el campo de la medicina ambiental y el estudio de las enfermedades infecciosas que pueden transmitir los roedores, pues constituyen una gran amenaza para la salud pública global y especies domésticas y silvestres. Esto ha favorecido el incremento de estudios parasitológicos en roedores invasores en todo el mundo, y alientan al desarrollo de investigaciones de este tipo en áreas de prioridad en las Islas Galápagos.

CONCLUSIONES

La dieta de la rata negra en El Junco se compone principalmente de alimentos de origen vegetal. Se alimenta de frutos de especies endémicas como *M. robinsoniana* y *A.s sclerantoides*) e introducidas como la guayaba (*P. guajava*) y la mora (*Rubus niveus*) que se encuentran presentes en su habitat. La composición del espectro puede variar entre estaciones de acuerdo a la disponibilidad de alimento y no se descarta que la rata negra complemente su dieta con la depredación de petreles de Galápagos.

La elevada prevalencia de endoparásitos helmintos en las ratas de El Junco (76.09%), así como la abundancia media (0.51), y la intensidad media (0.67) son comparables con resultados de estudios en ratas de zonas urbanas, rurales y silvestres. Así mismo, al igual que en el atolón de Palmyra, en El Junco y otros lugares de Galápagos deben haber asociaciones ecológicas que propician el parasitismo. En El Junco, el hábitat de insectos y vectores está determinado por la especie predominante en el lugar, que es la *M. robinsoniana*. Es posible que el arbusto sea un hábitat adecuado para insectos que pueden transmitir parásitos específicos. Además, están las condiciones climáticas del lugar, que también podrían influir en la prevalencia y diversidad de helmintos en *R. rattus*.

Futuros estudios deben cuantificar la prevalencia, abundancia e intensidad de las distintas especies de endoparásitos que conforman las comunidades parasitarias en hospederos como ratas, humanos y especies domésticas y silvestres (endémicas, nativas o introducidas). Es importante estudiar la helmintofauna parasitaria a niveles específicos, pues en cada caso existen distintas prevalencias, ciclos de vida y distintos niveles de patogenicidad. De esta forma se puede incluso determinar que especie es zoonótica y si puede

infectar tanto a humanos como a otras especies, que pueden ser endémicas o nativas. Lo cual es muy importante en términos de salud pública y conservación de la biodiversidad.

REFERENCIAS

- Abad D., Chávez A., Pinedo R., Tantaleán M., & Gonzáles-Viera O. (2016). Helmintofauna Gastrointestinal de Importancia Zoonótica y sus Aspectos Patológicos en Roedores (*Rattus spp*) en Tres Medioambientes. *Rev Inv Vet Perú* 2016; 27(4): 736-750. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i4.12568>
- BirdLife International. 2018. *Pterodroma phaeopygia*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22698020A132619647. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22698020A132619647.en>. Accessed on 18 April 2023.
- Brasil-Sato MC, Pavanelli GC. (1999) Ecological and reproductive aspects of *Neoechinorhynchus pimelodi* Brasil-Sato & Pavanelli (*Eoacanthocephala*, *Neoechinorhynchidae*) of *Pimelodus maculatus* Lacépede (*Siluroidei*, *Pimelodidae*) of São Francisco River, Brazil. *Rev Bras Zool*; 16: 73-82.
- 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*, 575-583.
- Campbell, D., Atkinson, I., (2002). Depression of tree recruitment by the Pacific rat (*Rattus exulans* Peale) on New Zealand's northern offshore islands. *Biological Conservation* 107, 19-35.
- Campbell, K.J., Carrión, V., & Sevilla, C. (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, Ecuador.

Caut S, Angulo E, Courchamp F. (2008) Dietary shifts of an invasive predator: rats, seabirds and turtles. *J Appl Ecol.* 45: 428–437. PMID: 18784794

Clark D.A. (1981). Foraging patterns of black rats across a desert-montane forest gradient in the Galapagos Islands. *Biotropica*; 13: 182–194.

Clark D.A. (1982) Foraging behavior of a vertebrate omnivore (*Rattus rattus*): meal structure, sampling, and diet breadth. *Ecology.* 63: 763–772

Cruz F, Cruz JB. Control of black rats (*Rattus rattus*) and its effect on nesting dark-rumped petrels in the Galapagos Islands. *Vida Silv Neotrop.* 1987; 1: 3–13.

Cruz JB, Cruz F. (1987) Conservation of the dark-rumped petrel *Pterodroma phaeopygia* in the Galapagos Islands, Ecuador. *Biol Conserv*; 42: 303–311.

Cruz, F. & Cruz J.B. (1990). Breeding, morphology and growth of the Endangered Dark-Rumped Petrel. *The Auk* 107: 317-326.

Cruz-Delgado F, Gonzalez JA, Wiedenfeld DA. (2010). Breeding biology of the Critically Endangered Galapagos Petrel, *Pterodroma phaeopygia*, on San Cristobal Island: conservation and management implications. *Bird Conserv Int*; 20: 306–319.

Cruz-Perca, J., Lloja-Lozano, L., & Mamani-Condori, D. (2020). Enteroparásitos en *Rattus* sp “ratas” en los mercados de los distritos Tacna, Ciudad Nueva y Gregorio Albarracín – provincia Tacna, 2019. *Ciencia & Desarrollo*, Vol. 19, 26 (1) 48 - 60 (2020) doi.org/10.33326/26176033.2020.26.93

- De Sotomayor, R., Serrano-Martínez, E., Tantaleán M., Quispe, M., & Casas, G. (2015). Identificación de parásitos gastrointestinales en ratas de Lima Metropolitana. *Rev Inv Vet Perú* 2015; 26(2): 273-281. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i2.11003>.
- Fernández-Rubio F. (1999). *Artrópodos y salud humana*. Gobierno de Navarra: Departamento de Salud. Pamplona-España.
- Galapagos, and control of their predators. Pp. 159-176 in P. J. Moors, ed. *Conservation of island birds*. Cambridge, U.K.: International Council for Bird Preservation (Techn. Publ. 3).
- Garcés, C. (2022). Diversidad de helmintos parásitos de *Rattus Rattus* presentes en entornos urbanos, rurales y silvestres de Chile. Universidad de Concepción – Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas: tesis de grado para título de Biólogo.
- Gillian, K., & Muñoz-Heredia, E. (1994). Distribución y estado actual de roedores en las Islas Galápagos. *Noticias de Galápagos* v.51, 52, 53 Versión en Español 1994.
- Granizo, T., Pacheco, C., Ribadeneira, M. B., Guerrero, M. & L. Suárez (Eds.). (2002). Libro rojo de las aves del Ecuador. SIMBIOE/ Conservación Internacional/EcoCiencia/ Ministerio del Ambiente/ UICN. Serie Libros Rojos del Ecuador, tomo 2. Quito, Ecuador.
- Grant-Hoffman M.N., Barboza P.S. (2010) Herbivory in invasive rats: criteria for food selection. *Biol Invasions*. 2010; 12: 805–825.
- Harris, M. P. (1970) The biology of an endangered species, the Dark-rumped Petrel *Pterodroma phaeopygia* in the Galapagos Islands. *Condor* 72: 76

- Hervías S, Ceia FR, Pipa T, Nogales M, Ybáñez RR, Ramos JA. (2014) How important are seabirds in the diet of black rats on islands with a superpredator?. *Zoology*. 117: 171–178. doi: 10.1016/j.zool.2013. 12.003 PMID: 24726532
- Iannacone, J., & Alvarino, L. (2002). HELMINTOFAUNA DE *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758) y *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769) (Rodentia: Muridae) EN EL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA – PERÚ. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* 2002; 19(3)
- Island Conservation (2013) Restauración Ecológica de la Isla Floreana: Análisis de Factibilidad para la Erradicación de Roedores y Gatos versión 6.0. Island Conservation, Santa Cruz, California. 85 pp.
- Jaramillo, P., Shepherd, J.D., & Heleno, R. (2021). Guide to Galapagos Seeds and Propagules. Charles Darwin Foundation, Puerto Ayora, Santa Cruz Island-Galapagos.
- Jiménez-Uzcátegui, G. & Carrión-González, V. (2018). “Roedores invasores”. Fundación Charles Darwin (FCD) y WWF-Ecuador. (2018). *Atlas de Galápagos, Ecuador: Especies Nativas e Invasoras*. Quito, FCD y WWF-Ecuador: 177-179.
- Lafferty, K., Hathaway, S., Wegmann A., Shipley, F., Backlin, A., Helm, J., & Fisher, R. (2010). Stomach nematodes (*Mastophorus muris*) in rats (*Rattus rattus*) are associated with coconut (*Cocos nucifera*) habitat at Palmyra Atoll. *Journal of Parasitology*, 96(1):16-20. American Society of Parasitologists <https://doi.org/10.1645/GE-2180.1>
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. (2004) 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), un

grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), 12pp. Primera edición, en inglés, sacada junto con el número 12 de la revista *Aliens*, Diciembre 2000. Versión traducida y actualizada: Noviembre 2004.

Machado A., Blangy S., & Mota M. (1994). Diagnóstico de situación de las Islas Galápagos y recomendaciones para su gestión ambiental. Comisión de las Comunidades Europeas. ISBN: 84-605-1913-9. Bruselas, Bélgica.

Mafiana, C., Osho, M., & Sam-Wobo, S. (1997). Gastrointestinal helminth parasites of the black rat (*Rattus rattus*) in Abeokuta, southwest Nigeria. *Journal of Helminthology*, 71(3), 217-220. doi:10.1017/S0022149X00015947

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.

Nama, H.S. & Parihar A. (1976). Quantitative and qualitative analysis of helminth fauna in *Rattus rattus rufescens*. *J Helminthol*; 50: 99-102

Navone, G. (2017). Introducción: Generalidades del parasitismo. Macroparásitos. Diversidad y biología. Editorial de la Universidad Nacional de la Plata (EDULP). ISBN: 978-950-34-1521-4.

OPS. (2012). Manual para el control integral de Roedores. Organización Panamericana de la Salud: Colombia.

- Panti-May, J., Duarte-Jiménez, A., Hernández-Betancourt, S., & Rodríguez-Vivas, R. (2021). Una lista de los parásitos helmintos de los múridos roedores invasores en México. *THERYA*, 2021, Vol. 12(1):85-93. DOI:10.12933/therya-21-1043 ISSN 2007-3364.
- 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.0127901
- Romero-Herrera JN, Henao-Montoya LM, Guimarães-Riva H, Jaimes-Dueñez JE. (2020) Frecuencia de helmintos gastrointestinales en roedores sinantrópicos capturados en el Zoológico de Barranquilla. *Rev MVZ Córdoba*; 25(3):e1944. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1944>
- Shiels A.B., Flores C.A., Khamsing A., Krushelnycky P.D., Mosher S.M., Drake D.R. (2013) Dietary niche differentiation among three species of invasive rodents (*Rattus rattus*, *R. exulans*, *Mus musculus*). *Biol Invasions*. 15: 1037–1048.
- Shiels A.B., Pitt W.C., Sugihara R.T., Witmer G.W. (2014) Biology and Impacts of Pacific Island Invasive Species. 11. *Rattus rattus*, the Black Rat (*Rodentia: Muridae*). *Pac Sci*. 2014; 68: 145–184.
- Simoës O.R., Luque J.L., Gentile R., Rosa m., Costa-Neto S., Maldonado A. (2014) Biotic and abiotic effects on the intestinal helminth community of the Brown rat *Rattus norvegicus* from Rio de Janeiro, Brazil. *J Helminthol*; 90(10): 21-27.
- Solorzano-Alava, L. F., Sanchez-Amador, F. I., Sanchez-Giler, S., & Pizarro, J. (2021). *R. rattus* y *R. norvegicus*, como reservorio de endoparásitos zoonóticos en Ecuador. *Revista MVZ Córdoba*, 26(3), e1260-e1260.

- Tomkins, R. J. (1985) Breeding success and mortality of Dark-rumped Petrels in the
- Vicente J.J., Rodríguez H.O., Gómez D.C., Pinto R.M. (1997) Nematóides do Brasil. Parte V: Nematóides de mamíferos. Rev Bras Zool; 14: 1-452.
- Vukicevic-Radic, O., Kataranovski, R.D. & Kataranovski M. 2007. First record of *Mastophorus muris* (Gmelin, 1790) (*Nematoda: Spiruroidea*) in *Mus musculus* from the suburban area of Belgrade, Serbia. Archives of Biological Science, Belgrade 59: 1-2.
- Yabe T., Hashimoto T., Masaaki T., Akiguchi M., Aoki M., & Kawakami K. (2009) Seabirds in the stomach contents of black rats *Rattus rattus* on higashijima, the Ogasawara (Bonin) islands. Jpn Mar Ornith. 2009; 37: 293-295.

ANEXOS



Anexo 1. Especimen de rata negra (*Rattus rattus*) capturado en trampa Tomahawk.



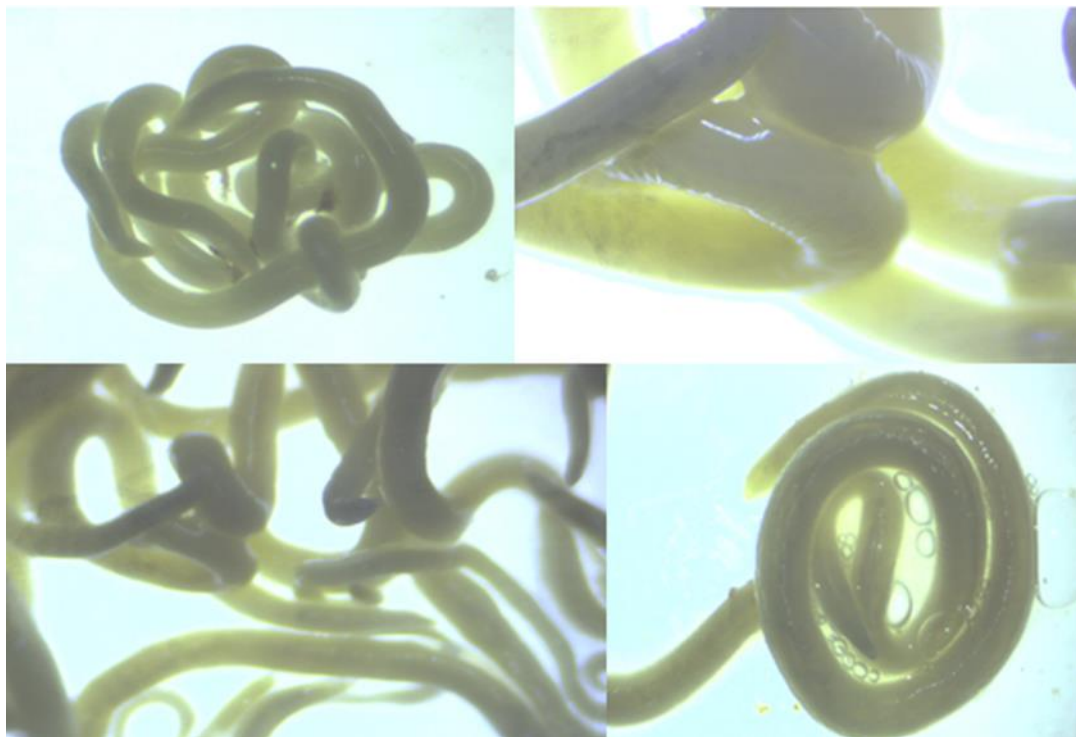
Anexo 2. Toma de datos morfológicos y biológicos (longitud estándar, peso, sexo, edad, especie) de los especímenes recolectados.



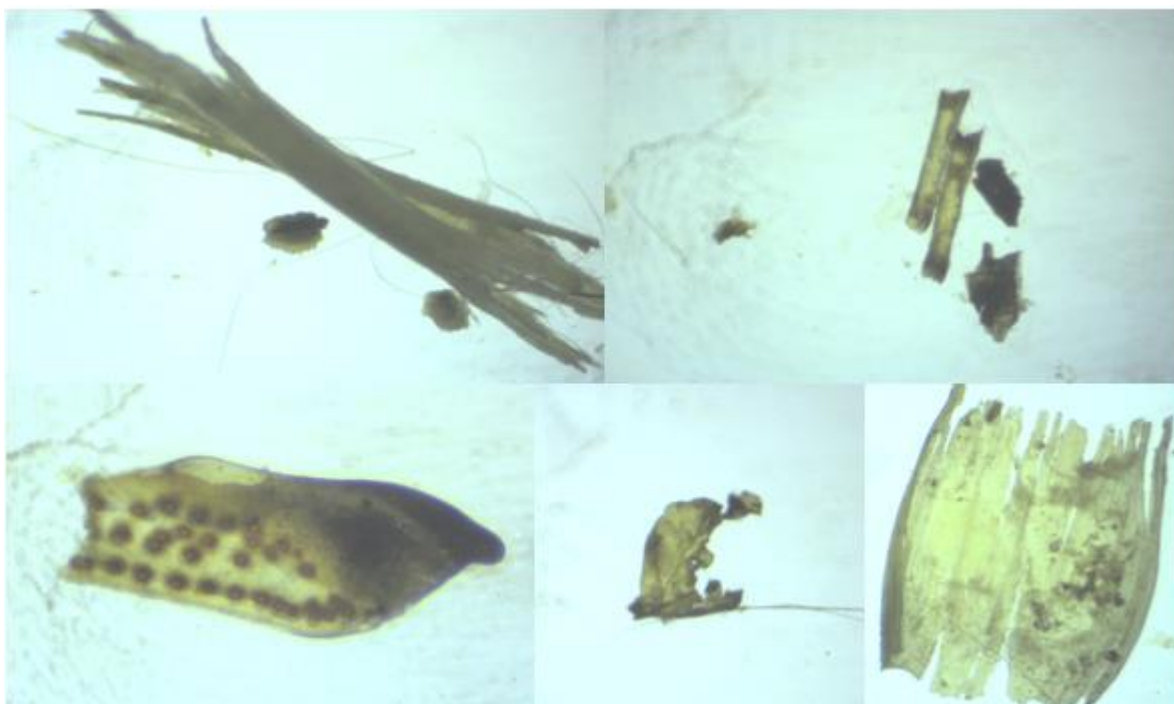
Anexo 3. Tamizado del contenido estomacal de las ratas capturadas



Anexo 4. Caja Petri con el contenido estomacal lista para ser llevada al estereoscopio. Toma de datos de los parásitos encontrados.



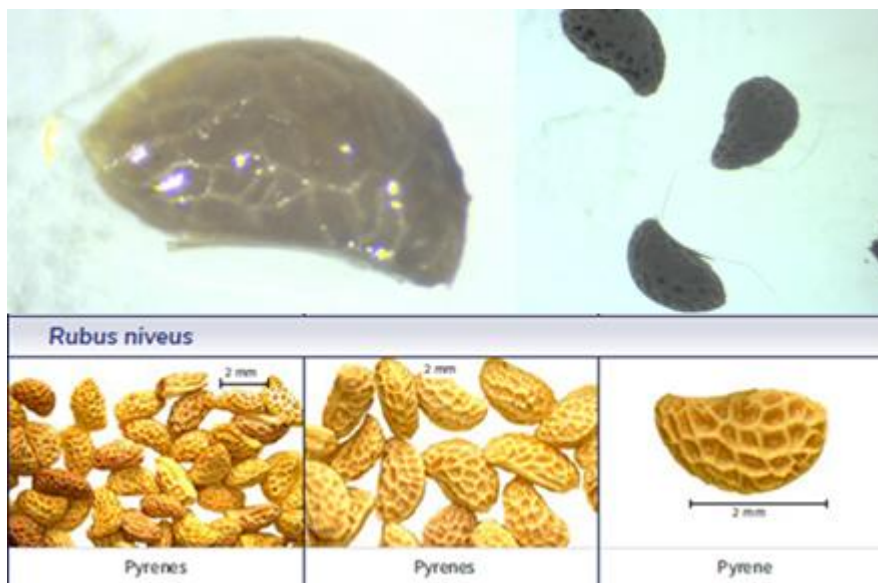
Anexo 5. Parásitos helmintos del filo nemátoda encontrados en las muestras de estómago.



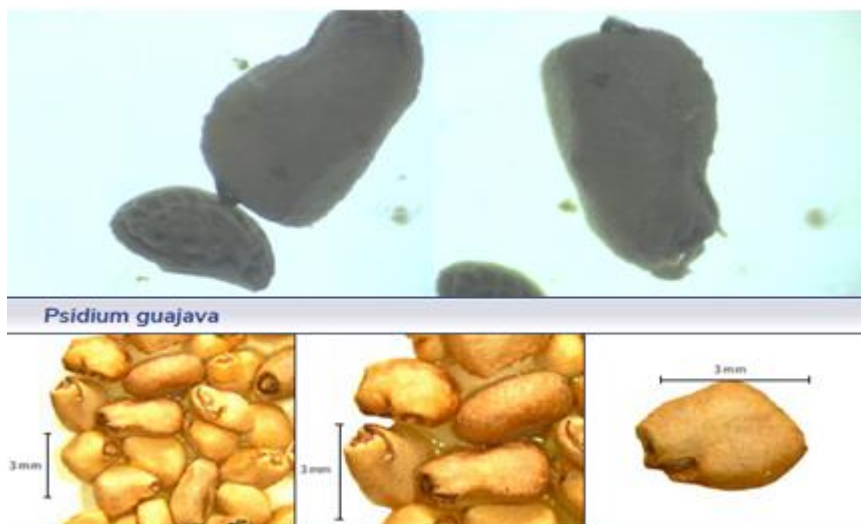
Anexo 6. Restos de plantas (tallos, restos leñosos, herbáceos, hojas, semillas, frutos, raíces) no identificado



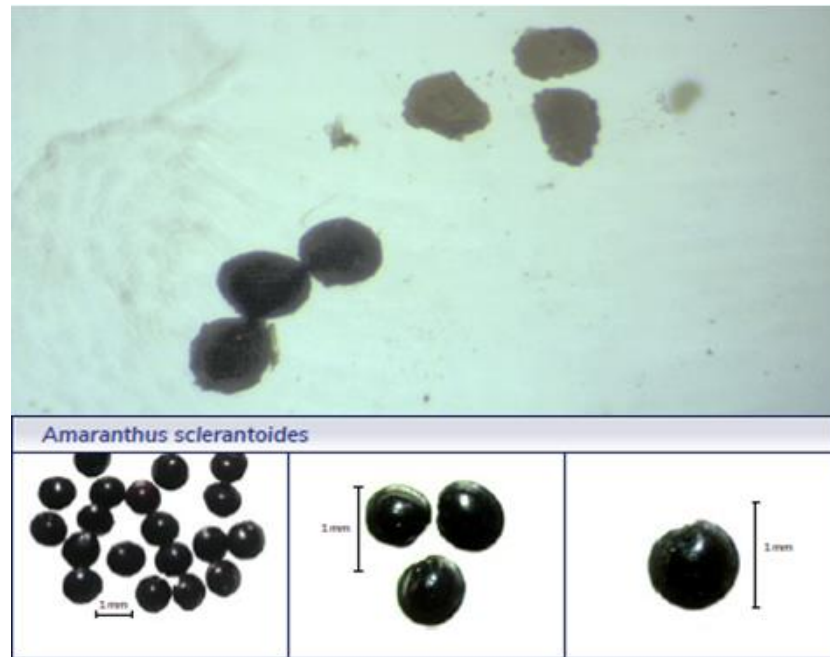
Anexo 7. Identificación de la semilla del arbusto endémico *Miconia robinsoniana* dentro de la composición de la dieta de las ratas negras muestreadas. La imagen superior corresponde a semillas encontradas bajo el estereoscopio. La imagen inferior es tomada de la guía de identificación de semillas de Jaramillo et al., (2021)



Anexo 8. Identificación de la semilla de especie introducida *Rubus niveus* o mora, dentro de la composición de la dieta de las ratas negras muestreadas. La imagen superior corresponde a semillas encontradas bajo el estereoscopio. La imagen inferior es tomada de la guía de identificación de semillas de Jaramillo et al., (2021)



Anexo 9. Identificación de la semilla de la especie introducida *Psidium guajava* o guayaba dentro de la composición de la dieta de las ratas negras muestreadas. La imagen superior corresponde a semillas encontradas bajo el estereoscopio. La imagen inferior es tomada de la guía de identificación de semillas de Jaramillo et al., (2021)



Anexo 10. Identificación de la semilla de especie endémica *Amaranthus sclerantoides* dentro de la composición de la dieta de las ratas negras muestreadas. La imagen superior corresponde a semillas encontradas bajo el estereoscopio. La imagen inferior es tomada de la guía de identificación de semillas de Jaramillo et al., (2021)



Anexo 11. Resto de espécimen de artrópodo no identificado dentro de la composición de la dieta de las ratas negras muestreadas.