

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**CARACTERIZACIÓN Y DETERMINACIÓN DE DENSIDAD
POBLACIONAL DE ROEDORES PLAGA EN EL PARQUE
ZOOLOGICO MINERVA, QUETZALTENANGO,
GUATEMALA, 2016**

JOSÉERNESTO GONZÁLEZ CAMPOS

Médico Veterinario

GUATEMALA, FEBRERO DE 2,017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**CARACTERIZACIÓN Y DETERMINACIÓN DE DENSIDAD
POBLACIONAL DE ROEDORES PLAGA EN EL PARQUE
ZOOLOGICO MINERVA, QUETZALTENANGO, GUATEMALA, 2016**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

JOSÉERNESTO GONZÁLEZ CAMPOS

A conferírsele el título profesional de

Médico Veterinario

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, FEBRERO DE 2,017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	M. Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
SECRETARIA:	M.V. Blanca Josefina Zelaya Pineda
VOCAL I:	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel
VOCAL III:	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV:	Br. Brenda Lisette Chávez López
VOCAL V:	Br. Javier Augusto Castro Vásquez

ASESORES

M.V. LUIS ALFONSO MORALES RODRÍGUEZ

M.A. GUSTAVO ENRIQUE TARACENA GIL

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

**CARACTERIZACIÓN Y DETERMINACIÓN DE DENSIDAD
POBLACIONAL DE ROEDORES PLAGA EN EL PARQUE
ZOOLOGÍCO MINERVA, QUETZALTENANGO, GUATEMALA, 2016**

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

MÉDICO VETERINARIO

ACTO QUE DEDICO A:

A DIOS Y LA VIRGEN MARÍA: Por permitirme cumplir con éxito esta meta.

A MIS PADRES: Ernesto González y Carol Campos, por estar conmigo en todo momento y darme la oportunidad de estudiar esta carrera.

A MI HERMANA: María José por acompañarme en todo momento, motivarme y apoyarme.

A MIS ABUELOS: José Luis (†), Celia, Yoli, Leonel y Laurita, por sus gran ejemplo, enseñanzas y consejos.

A MIS TÍOS: María del Rosario, Leonora, Claudia, Heberth, Lucia y Celeste por ser parte fundamental de mi vida.

A MI PRIMA: Pilar a quien considero una hermana.

A MIS SOBRINAS: Alejandra y Camila para quienes quiero ser un gran ejemplo.

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS:** Por brindarme el regalo de la vida, por guiarme e iluminarme el camino, por concederme una familia excepcional, excelentes amigos y cada una de las bendiciones recibidas.
- A MIS PADRES:** Liscinio Ernesto de Jesús González Rodas y Ninette Carolina Campos Hernández por el apoyo incondicional, consejos y la motivación de seguir siempre adelante.
- A MI HERMANA:** María José González por estar con migo y apoyarme siempre.
- A MI FAMILIA:** Por estar siempre unidos.
- A:** Mis amigos.
- A MIS ASESORES:** M. V. Luis Morales y M.A. Gustavo Taracena.
- A:** Licda. Lucrecia Guzmán y al parque zoológico Minerva por permitirme la realización de esta tesis en sus instalaciones.
- A:** Los voluntarios del zoológico Minerva por su amistad y apoyo.
- A:** Mi alma mater la Universidad de San Carlos de Guatemala.

A: La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

A: Todas y cada una de las personas que de una u otra manera han contribuido conmigo a concluir esta meta.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS.....	3
	2.1 Objetivo General.....	3
	2.2 Objetivos Específicos.....	3
III.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
	3.1 Características de los roedores.....	4
	3.2 Signos de la presencia de roedores.....	5
	3.3 Roedores dañinos de América Central.....	6
	3.4 Especies de ratas y ratones plaga en Guatemala.....	6
	3.4.1 Familia <i>Muridae</i>	7
	3.4.2 Familia <i>Cricetidae</i>	7
	3.5 Importancia de la salud pública.....	8
	3.6 Métodos de estimación población.....	8
	3.6.1 Métodos directos.....	9
	3.6.1.1 Censos.....	9
	3.6.2 Métodos indirectos.....	9
	3.6.2.1 Métodos de captura-recaptura.....	10
	3.6.2.1.1 Modelos cerrados.....	10
	3.6.2.1.2 Modelos abiertos.....	10
	3.6.2.2 Métodos de remoción.....	10
	3.6.3 Conteo de transectas.....	10
	3.7 Método de Zippin (1956 y 1958).....	11
	3.7.1 Ecuaciones.....	11
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
	4.1 Materiales.....	13
	4.1.1 Recursos humanos.....	13
	4.1.2 Recursos biológicos.....	13
	4.1.3 Recursos físicos.....	13

4.1.4	Recursos químicos.....	14
4.2	Metodología.....	14
4.2.1	Lugar de estudio.....	14
4.2.2	Muestreo.....	15
4.2.3	Colecta de roedores.....	17
4.2.4	Eutanasia de roedores.....	17
4.2.5	Obtención de datos y medidas de los roedores.....	18
4.2.6	Descontaminación.....	20
4.3	Análisis de datos.....	20
4.3.1	Determinación de la especie.....	20
4.3.2	Estimación de la densidad poblacional.....	20
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
5.1	Especies de roedores tipificadas.....	23
5.1.1	Familia <i>Muridae</i>	23
5.1.2	Familia <i>Cricetidae</i>	23
5.2	Abundancia y densidad poblacional.....	24
VI.	CONCLUSIONES.....	29
VII.	RECOMENDACIONES.....	30
VIII.	RESUMEN.....	31
	SUMMARY.....	32
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
X.	ANEXOS.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1

Zonas de vida de Holdriegde, presentes en Quetzaltenango.....15

Cuadro No. 2

Cantidad de individuos capturados por especie en cada estrato.....26

Cuadro No. 3

Proyección total de la población de roedores *Rattus rattus* y *Rattus novergicus*.....26

Cuadro No. 4

Características morfométricas, morfológicas y reproductivas de la Familia *Mundae*.....30

Cuadro No. 5

Características morfométricas, morfológicas y reproductivas de la Familia *Cricetidae*.....40

Cuadro No. 6

Formulario para el control de trampas.....43

Cuadro No. 7

Control de datos y medidas de los especímenes primera captura.....44

Cuadro No. 8

Control de datos y medidas de los especímenes segunda captura.....45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1

Disposición de los dientes del orden *Rodentidae*.....38

Figura No. 2

Plano de ubicación del parque Zoológico Minerva.....41

Figura No. 3

Mapa, zonas de vida de Holdridge del departamento Quetzaltenango.....42

Figura No. 4

División administrativa del Zoológico Minerva.....42

Figura No. 5

Cantidad de roedores plaga capturados y tipificados durante el estudio.....46

I. INTRODUCCIÓN

Los roedores forman parte de un orden con gran diversidad, considerándose en muchas regiones del mundo como plaga y transmisores de enfermedades (Organización Mundial de la Salud, 1974) (Velazco, 1988) Estos mamíferos cuentan con aproximadamente 2,277 especies de las cuales Centro América contempla 100 de ellas (Don E. y DeeAnn M., 2005) (Monge, 2009). En Guatemala se han llevado a cabo diversos estudios sobre roedores plaga en plantaciones de caña y anticuerpos de enfermedades zoonóticas importantes, los cuales citan como especies endémicas los géneros *Rattus*, *Mus* y *Sigmodon* (Ángel, 2008) (Camajá, 2011) (Díaz, 2011) (Dieseldorff, 1999) (Flores, 2013) (Miranda, 2014). Debido a su diversidad, adaptabilidad y su estrecha convivencia con el humano los roedores cumplen las características esenciales para ser denominados plaga siendo un grave riesgo para la salud pública. (Monge, 2009)

Los roedores plaga son de gran importancia en la salud pública y la economía. Desde el punto de vista economía los impactos que causan estas plagas se deben a: la habilidad de roer, consumo de alimento, daño de empaques, perdidas por contaminación, orina corrosiva y la acción de transportar y albergar agentes patógenos. (Monge, 2009) (Organización Mundial de la Salud, 1974) En la salud pública la Organización Mundial de la Salud describe dentro del ciclo de vida de diversas enfermedades (virales, bacterianas y parasitarias), a los roedores. (Monge, 2009) (Organización Mundial de la Salud, 1974) Tanto la salud pública como la economía se ven afectados por la presencia de roedores plaga.

El objetivo de este estudio es estimar la densidad poblacional y tipificar las especies de roedores que habitan y coexisten en el parque zoológico Minerva. La densidad poblacional se establecerá con el método Zippin (1956 y 1958) y la tipificación se llevará a cabo por medio de las características físicas de los roedores. Finalmente esta información servirá de base tanto para investigaciones

futuras como para la metodología de control de plaga que se pretenda implementar.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Generar información de los roedores plaga que habitan en el Parque Zoológico Minerva, Quetzaltenango, Guatemala.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la densidad poblacional de roedores plaga con el método de Zippin.
- Tipificar los roedores plaga por medio de sus características físicas (peso, color y textura del pelaje, largo total del cuerpo, largo de la cola, largo de la oreja y largo del miembro pélvico izquierdo).

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Características de los roedores

Los roedores son el orden con mayor número de especies mamíferas. En el año 2005 se reportaron 2,277 correspondiente a un 42% del total de mamíferos existentes. (Don E. y DeeAnn M. , 2005)

Los roedores u orden *Rodentia* toman su nombre del latín "*rodere*" en español roer o masticar. El cual indica una de las características distintivas del resto de mamíferos. La dentadura consiste de dos pares de incisivos curvos, de gran tamaño y crecimiento continuo, un par situado en el maxilar inferior y otro en el maxilar superior. Ambos cubiertos de esmalte en la parte frontal y dentina expuesta en la parte interior. Carecen de caninos y los molares se encuentran separados por un amplio espacio llamado diastema. (ver anexo 1) (Elias, 1984) La única disposición dental similar se encuentra en los miembros de la Orden *Lagomorpha* pero estos animales tienen dos incisivos adicionales en la mandíbula superior. (Elias, 1984)

Los roedores han desarrollado una gran variedad de formas según su hábitat y estilo de vida. Estas características son: cuerpo relativamente pequeño, patas cortas, cuadrúpedos, omnívoros, habilidad de roer, período de reproducción corto, cuerpo cubierto de pelos cortos o largos y de tonos marrones o grises que les otorga camuflaje y en su mayoría una cola bien desarrollada. (Lambert & Adler, 2000) (Polop et al., 2003)

El orden *Rodentia* posee las especies mamíferas más ampliamente distribuidas en el mundo. Se les puede encontrar en diversos ecosistemas, zonas urbanas y

áreas agropecuarias. (Velazco, 1988) Muchas veces arraigados a la convivencia con los humanos y sus desechos. (SARH, 1992)

3.2 Signos de la presencia de roedores

La actividad diaria de los roedores deja un conjunto de signos o señales, las cuales se usan para establecer la presencia de estos individuos dentro de un área. Polop, y otros. (2003) sugieren que existen seis signos observables:

- **Excrementos:** Son el signo más común. Se encuentran en los senderos o trayectos que recorren. Son en su mayoría de forma cilíndrica o fusiforme. Los excrementos recientes son blandos, brillantes y oscuros y los viejos, opacos y duros. (Polop, y otros, 2003)
- **Huellas:** Son las marcas o impresiones dejadas por las extremidades y la cola. Son fáciles de visualizar sobre suelos blandos o con polvo. Las marcas de las extremidades posteriores tienen aspecto alargado y son las más comunes de visualizar. Las marcas de las extremidades anteriores, son más pequeñas y poco comunes de encontrar. La cola al ser arrastrada deja una marca lineal bastante clara. (Polop, y otros, 2003)
- **Roeduras:** Son las marcas de los incisivos encontradas en casi en cualquier tipo de material. También es posible encontrar partículas disgregadas producto de esta característica. (Polop, y otros, 2003)
- **Madrigueras:** Son los refugios que ellos construyen o a los cuales se adaptan. Tierra fresca frente a la madriguera indica que está en uso. (Polop, y otros, 2003)

- **Sendas:** Son los caminos o trayectos que se forman producto del desgaste de los espacios que utilizan. Se observan fácilmente en la vegetación o terrenos blandos. En el interior de las instalaciones se observan perimetralmente en contacto con superficies verticales. (Polop, y otros, 2003)

Estas rutas son fáciles de reconocer por la marca de grasitud que van dejando los animales al ir rozando con su piel los bordes de dichos lugares. La cual persiste durante un largo tiempo por lo que no es un indicador de la actual presencia del roedor. (Polop, y otros, 2003)

- **Manchas de orina:** Son las marcas que deja la orina en las superficies de los lugares que frecuentan. La orina puede ser visualizada usando luz ultravioleta, la cual se observa de color azul blancuzco fluorescente. (Polop, y otros, 2003)

3.3 Roedores dañinos de América Central

En América Central habitan aproximadamente 100 especies de roedores, de las cuales 17 han sido reconocidas como dañinas, se incluyen 3 especies de ardillas, 8 de taltuzas y 6 de ratas y ratones, de las cuales 14 son nativas y 3 de origen exótico. (Monge, 2009)

3.4 Especies de ratas y ratones plaga en Guatemala

Las plagas de ratas y ratones más importantes para América Latina son las pertenecientes a las familias *Muridae* y *Cricetidae* (Chiri, 1988).

Sus hábitos, el hábitat en el que se encuentran, su dinámica poblacional, la

relación con el ser humano y su capacidad de entrar en conflicto con los intereses del ser humano, los hacen cumplir con la característica de provocar un daño determinado en tiempo y lugar. (Monge, 2009)

Monge (2009) hace referencia que las especies de ratones y ratas categorizadas como plaga para Centro América son:

3.4.1 Familia *Muridae*

- *Mus musculus*.*
- *Rattus rattus*.*
- *Rattus norvegicus*.*

3.4.2 Familia *Cricetidae*

- *Sigmodon hirsutus***
- *Zygodontomys brevicauda*,*
- *Oryzomys couesi*.*

*Ver anexo 2 y 3 :características morfométricas, morfológicas y reproductivas de estas especies.

** *Sigmodon hispidus* para Guatemala.

Otros géneros que han sido reportados como plaga en Centro América son *Heteromidae* y *Geomydae*, comúnmente llamados ratones canguro y taltuzas respectivamente. (Elias, 1984)

3.5 Importancia de la salud pública

La importancia de los roedores plaga, se debe a que las especies atacan,

contaminan, dañan y consumen: cultivos, granos, productos almacenados, alimentos para ganado y alimento para animales de granja. También son vectores, transmisores, reservorios e incubadores de gran variedad de enfermedades que afectan tanto a humanos como animales. Otros daños ocasionados por estas plagas son: daños a la propiedad, Gastos por control de plagas, gastos por control, tratamiento y profilaxis de enfermedades entre otros.

Algunas de las enfermedades y parásitos que la Organización Mundial de la Salud (1974) refiere donde los roedores cumplen función de agentes transmisores, vectores, reservorios o son huéspedes se encuentra: Peste, tularemia, fiebre de Lassa, fiebre hemorrágica boliviana, fiebre hemorrágica coreana, rabia, fiebre exantemática japonesa, fiebres maculosas, tifus murino, encefalitis transmitida por garrapatas, encefalitis del Nilo occidental, encefalitis verminosa, encefalitis equina venezolana, encefalitis californiana etc. Parasitarias como la leishmaniasis, esquistosomiasis, enfermedad de Chagas, angiostrongiliasis, triquinosis, así como enfermedades de importancia en veterinaria como la leptospirosis, salmonelosis, helmintiasis, pulgas, garrapatas, mosquitos, chinches y ácaros. (Organización Mundial de la Salud, 1974)

3.6 Métodos de estimación poblacional

Son todos aquellas metodologías científicas que involucran factores intrínsecos y extrínsecos de una población de individuos donde se relaciona una cantidad de individuos a una unidad de espacio o volumen (individuo/m², kg/ha, biomasa, etc.). Según esa descripción se pueden definir 2 tipos básicos de indicadores de abundancia:

- Densidad poblacional cruda: expresa el tamaño de la población por una unidad de área o volumen arbitraria y específica.

- Densidad poblacional específica o ecológica: expresa el tamaño poblacional con respecto al área disponible utilizada por los individuos a estudiar.

Entre las metodologías existentes más utilizadas para el conteo de poblaciones y determinación o evaluación de densidad poblacional, se pueden diferenciar dos grupos metodológicos (Rumi, s. f.):

3.6.1 Métodos directos

Proporcionan el tamaño poblacional con relación a un área o volumen determinado y conocido, involucran un conteo directo de los individuos de la población y permite obtener el parámetro real.

3.6.1.1 Censos

- Mapeo territorial
- Contaje por ahuyentamiento
- Censos aéreos
- Censado por captura total o exterminación

3.6.2 Métodos indirectos

También denominados seudomuestreales (Rabinovich 1982). Son métodos que proporcionan un tamaño poblacional en situaciones donde el área a evaluar no está bien delineada. Por ejemplo:

3.6.2.1 Métodos de captura-recaptura

3.6.2.1.1 Modelos cerrados

- Índice simple de Lincoln (Le Cren, 1965).
- Índice de tripe captura de Bayley (1951).

3.6.2.1.2 Modelos abiertos

- Modelo de Jolly (1965 y 1979).

3.6.2.2 Métodos de remoción

- Método de regresión (Hayne, 1949).
- Método de Kono (1953).
- Método de Zippin (1956 y 1958).

3.6.3 Conteo de transectas

- Transectas lineales sin estimaciones de distancia.
- Transectas lineales con distancias variables.
- Basados en distancias de localización o escape, por ejemplo el índice de Leopold (1933).
- Basados en distancias perpendiculares a la transecta, por ejemplo el índice de Webb (1942).
- Transectas lineales con distancias prefijadas.
- Transectas en franjas.

3.7 Método de Zippin (1956 y 1958)

Es el método de remoción utilizado para estimar densidad poblacional de pequeños mamíferos propuesto por Calvin Zippin (1956 y 1958). El cual usa dos esfuerzos de captura en el cual los individuos no se devuelven a la población, por lo tanto habrá una reducción en el número de individuos capturados en las muestras sucesivas. Si la tasa de reducción de capturas por remoción es constante, esto puede medirse y usarse para estimar el tamaño de la población. (Zippin, 1956, 1958)

Los supuestos planteados que se deben cumplir para el uso del método son:

- La población debe ser esencialmente estacionaria (estable); el efecto conjunto de las tasas de nacimiento, muerte, migración y emigración, no debe ser significativo durante el tiempo que dure el estudio.
- La probabilidad de captura durante un trampeo es igual para cada animal expuesto a la captura.
- La probabilidad de captura se debe mantener constante de captura a captura (el esfuerzo de captura no cambia).

3.7.1 Ecuaciones

(1)

$$N = \frac{n_1^2}{(n_1 - n_2)}$$

En donde:

N = El tamaño de la población.

n_1 = número de animales capturados y removidos durante la primer captura.

n_2 = número de animales capturados y removidos durante la segunda captura.

Para completar el método, Zippin propone el cálculo de error estándar para tomar en cuenta el valor de variabilidad en la exactitud del tamaño de población real.

Error estándar (ES):

(2)

$$ES = \frac{(n_1)(n_2)\sqrt{n_1 + n_2}}{(n_1 - n_2)^2}$$

Intervalo de confianza:

(3)

$$N \pm (t)(ES)$$

En donde

t = valor t de Student para un test de dos colas, con los grados de libertad = ∞ . Por lo tanto, para un intervalo de confianza del 95% deberíamos utilizar el valor de $t = 1.96$.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Recursos humanos

- Asesores.
- Estudiante investigador.
- Voluntarios del zoológico Minerva.

4.1.2 Recursos biológicos

- Ratas.
- Ratones.

4.1.3 Recursos físicos

- Trampas tipo jaula para captura viva.
- Bolsas con cierre hermético.
- Algodón.
- Cubeta plástica.
- Cepillo de limpieza.
- Guantes de limpieza.
- Caja de guantes de látex.
- Papel mayordomo.
- Regla plástica de 30cm.
- Cinta métrica.
- Balanza analítica.
- Cámara fotográfica.

- Formulario de registros.
- Concentrado de cerdo de engorde.
- Concentrado de pollo de engorde.
- Concentrado para tilapia.
- Mantequilla de maní.
- Gasa.
- Hilo de coser.
- Masking tape.
- Guía de campo para la determinación de especie.
- Mascarillas desechables.
- Lentes de protección.

4.1.4 Recursos químicos

- Isoflurano.
- Intercept.

4.2 Metodología

4.2.1 Lugar del estudio

El Parque Zoológico Minerva se encuentra ubicado en Avenida Las Américas 0-50 Zona 3. Cabecera departamental de Quetzaltenango. Tiene una extensión territorial de 63,126 mts². (Consejo Nacional de Desarrollo, 2010)

Los límites geográficos del zoológico minerva son (ver anexo 4):

- NORTE: 6ª Calle y Sede del INTECAP.
- SUR: 4ª Calle y Centro Universitario del Nor-Occidente (CUNOC).

- ESTE: Parque Minerva y Mercado la Terminal.
- OESTE: Av. Las Américas y Centro comercial Las Américas.

Ubicado a 2,330 msnm el departamento de Quetzaltenango posee cinco zonas de vida Holdriegde (ver imagen 3).

CUADRO No. 1 ZONAS DE VIDA DE HOLDRIEDGE, PRESENTES EN QUETZALTENANGO

Siglas	Zona	Hectáreas	Porcentaje
Bmh-s (c)	Bosque muy húmedo subtropical cálido	99,655.40	46.73
Bmh-mb	Bosque muy húmedo montano bajo	73,923.42	34.67
Bh-mb	Bosque húmedo montano bajo	35,703.00	16.74
Bh-s (c)	Bosque húmedo subtropical cálido	2,174.90	1.02
Bmh-m	Bosque muy húmedo montano	1,791.38	0.84
TOTAL:		213,248.10	100.00

Fuente: Consejo Nacional de Desarrollo, 2010

El Parque Zoológico Minerva está conformado por 3 diferentes áreas: Zoológico Minerva, Parque Minerva y área de juegos mecánicos (ver anexo 6). Siendo el área de interés el lugar donde habitan animales; conformado por 20,000 mts² de espacio físico.

4.2.2 Muestreo

Se utilizó un muestreo estratificado simple. Los estratos fueron seleccionados estratégicamente basados en las siguientes características:

- Lugares donde se encuentre rastros de: heces, huellas, refugios, madrigueras, etc.
- Lugares donde hubo avistamiento por parte de trabajadores del zoológico.
- Lugares con acceso a refugio y alimento.
- Lugares alejados y no perturbado por personas.

Según los criterios establecidos se delimitaron 5 estratos que para efectos de análisis serán denominados con números naturales del 1 al 5:

- Área de Cocina y granja educativa.
- Guardianía y área de aviarios circundantes.
- Área de aviario de psitácidos/búhos y área cercana al recinto del león.
- Área de Recinto de mamíferos y área de juegos no mecánicos.
- Administración y área cercana al recinto de monos araña.

Las trampas fueron colocadas en lugares estratégicos donde se observó actividad de roedores (heces, huellas, refugios, madrigueras, etc.).

Cada trampa fue colocada separada de 15 a 20 mts. en áreas que estaban fuera de la vista; caminos; rutas u otras áreas de actividad humana y áreas frecuentadas por perros y gatos, para evitar que los animales destruyeran o tropezaran accidentalmente con ellas.

En total se trabajó con 50 trampas tipo jaula para captura viva. Se aplicó un esfuerzo de captura de 2 noches consecutivas. Colocando las trampas a las 16:00 hrs y revisándolas a las 7:00 hrs del siguiente día.

El cebo se elaboró con una mezcla de los 3 concentrados utilizados para la alimentación de los especímenes de la colección, los cuales son: para engorde de cerdos, pollo de engorde y tilapia. Dichos concentrados fueron envueltos en forma de saquito en un trozo de gasa de 15 x 15 cm amarrados con hilo de coser. Por último se untó con mantequilla de maní.

Al colocar las trampas se controló el mecanismo disparador para comprobar su ajuste y sensibilidad. Después de colocar las trampas se llenó los datos del formulario de control de trampas. (Ver cuadro 6)

4.2.3 Colecta de roedores

Para la recolección de roedores capturados se adaptaron los procedimientos estandarizados sugeridos por el CDC “Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades” por sus siglas en ingles. (Mills, Childs, Ksiazek, & Peters, 1998)

Se revisó cada trampa para ver si hubo captura o si fue visitada. Si una trampa parecía haber sido visitada (conteniendo orina, materia fecal o material de nido), pero no fue accionada, se colocó la trampa en doble bolsa plástica para ser descontaminada y verificar su funcionamiento adecuado. Se reemplazó la trampa por una limpia. (Mills, Childs, Ksiazek, & Peters, 1998)

Cuando en la trampa se encontró una especie distinta de la que se buscaba (sapo, pájaro, especie protegida) cuidadosamente fue liberado el animal en el sitio de captura y luego se colocó la trampa en una bolsa para después ser descontaminada. (Mills, Childs, Ksiazek, & Peters, 1998)

Si la trampa contenía una especie de interés, se identificó la trampa con masking tape indicando el estrato en el que se encontró. Se llenó el formulario de control de trampas con la información necesaria (ver cuadro 6). Cuidadosamente se colocó la trampa en una bolsa plástica de cierre hermético, luego se empacó la trampa en una segunda embolsa plástica. (Mills, Childs, Ksiazek, & Peters, 1998)

Completada la revisión de trampas en cada uno de los estratos se transportó las bolsas hacia el lugar de procesamiento. (Mills, Childs, Ksiazek, & Peters, 1998)

4.2.4 Eutanasia de roedores

Los roedores fueron eutanasiados con una sobredosis de isoflurano al 100%. La anestesia fue aplicada sin extraer al animal de la trampa, colocando la trampa

en una bolsa plástica transparente con cierre hermético, a la que se le colocó un algodón con 6 gotas de isoflurano (300µl). Al colocar la trampa en la bolsa y cerrarla, la anestesia hizo efecto. (Hoff, 2000).

Posterior a la anestesia fue necesario sacar la trampa de la bolsa y luego sacar al espécimen de la trampa, asegurándose antes de que los especímenes estuvieran inmóviles, ya sea anestesiados o muertos. Si dado el caso se encontrase aún vivo pero anestesiado se procedió a realizar la dislocación cervical. (Hoff, 2000).

El presente trabajo de investigación debido a que se sacrificaron animales, cuenta con aprobación del Comité de Bioética de la Escuela de Posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

4.2.5 Obtención de datos y medidas de los roedores

Para el sexaje y la captura de datos morfométricos se adaptaron los procedimientos estandarizados sugeridos por el CDC. (Mills et al., 1998)

Se colocó el espécimen sobre una superficie limpia, cubierta con papel mayordomo, se anotaron los datos en un formulario de registro; peso en gramos, largo total, largo de la cola, medida de oreja (medidas en milímetros).

Los datos fueron anotados en el formulario para registro de datos y medidas de los especímenes. (ver anexo 8)

- **Sexaje:** Se llevó a cabo observando las características morfológicas de los órganos sexuales externos: Los machos se caracterizaron por la presencia de testículos en el escroto, sacos epididimales alargados o testículos en porción inguinal. Las hembras se caracterizaron por la presencia de vagina

alargada, que se encuentra en una porción más cerca del ano en comparación a los machos, porción desprovista de pelo alrededor de los pezones, pezones que al ser presionados evidencien la salida de leche y o sentir la presencia de fetos a la palpación abdominal, a partir de los $\frac{3}{4}$ del periodo de gestación. (Mills et al., 1998)

- **Peso:** Se utilizó una balanza analítica envuelta en papel film, con una hoja de papel mayordomo que cubría la superficie, cambiando la misma cada 3 o 4 especímenes o cuando se observó suciedad. (Mills et al., 1998)
- **Largo total:** Se colocó al espécimen con la parte ventral hacia arriba y se sostuvo de modo que el cuerpo y la cola estuvieran completamente rectos sin estirar demasiado. Se midió la distancia desde la punta de la nariz a la punta de la parte carnosa de la cola; excluyendo cualquier pelo que se proyectara más allá de la punta. (Mills et al., 1998)
- **Largo de la cola:** Se colocó al espécimen con la parte ventral hacia abajo y se dobló la cola hacia arriba en un ángulo recto, se midió desde la curvatura de la base posterior de la cola hasta la punta de la parte carnosa; excluyendo los pelos que se proyectaban más allá de la punta. (Mills et al., 1998)
- **Medida de la oreja:** Para tomar esta medida se colocó una punta de la regla en la muesca de la base de la oreja y se midió el largo máximo a la porción distal; excluyendo los pelos que se proyectaban más allá de la porción carnosa. (Mills et al., 1998)
- **Largo del miembro pélvico izquierdo:** Se colocó el espécimen con la parte ventral hacia arriba, se colocó el dedo índice sobre la superficie dorsal

de la pata y el pulgar sobre la superficie plantar y se sostuvo la pata de modo que el tobillo formó.

Un ángulo recto perfecto. Midiendo la distancia desde la parte de atrás del “talón” hasta la punta más larga de la parte plantar del dedo más largo. (Mills et al., 1998)

4.2.6 Descontaminación

Las trampas se descontaminaron sumergiéndolas en una cubeta con desinfectante (Intercept) asegurando la eliminación de heces y orina con ayuda de un cepillo de limpieza. Se dejaron secar al sol.

Los desechos orgánicos producto del estudio (ratas y ratones eutanasiados) y los materiales descartables fueron incinerados en su totalidad en un área designada por la administración del parque zoológico Minerva.

4.3 Análisis de datos

4.3.1 Determinación de la especie

La tipificación de especies se llevó a cabo haciendo una comparación de las características físicas (peso, color y textura del pelaje, largo total del cuerpo, largo de la cola, largo de la oreja y largo del MPI) del individuo y los datos contenidos en la “Guía de campo para mamíferos de Centro América”. (Reid, 2009)

4.3.2 Estimación de la densidad poblacional

La estimación de la densidad poblacional se llevó a cabo utilizando el método

de Zippin (Zippin, 1965, 1958) el cual trabaja con un método absoluto de extracción y dos esfuerzos de captura consecutivas.

Formula Zippin (Zippin, 1965, 1958):

(1)

$$N = \frac{n_1^2}{(n_1 - n_2)}$$

En donde:

N = El tamaño de la población.

n_1 = número de animales capturados y removidos durante la primer captura.

n_2 = número de animales capturados y removidos durante la segunda captura.

Para completar el método, Zippin propone calcular el error estándar para tomar en cuenta el valor de variabilidad en la exactitud del tamaño de población real.

Error estándar (ES):

(2)

$$ES = \frac{(n_1)(n_2)\sqrt{n_1 + n_2}}{(n_1 - n_2)^2}$$

Intervalo de confianza:

(3)

$$N \pm (t)(ES)$$

En donde

t = valor t de Student para un test de dos colas, con los grados de libertad = ∞ . Por lo tanto, para un intervalo de confianza del 95% deberíamos utilizar el valor de $t = 1.96$.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Especies de roedores tipificadas

En el estudio de roedores plaga realizado en el parque zoológico Minerva se obtuvo un total de 36 especímenes, pertenecientes a las familias *Muridae* y *Cricetidae*. Las especies tipificadas fueron:

5.1.1 Familia *Muridae*

- *Rattus rattus*.
- *Rattus norvegicus*.

5.1.2 Familia *Cricetidae*

- *Sigmodon hispidus*.

Ver cuadros 7 y 8 sobre los datos y medidas de los especímenes colectados.

Las especies *Rattus rattus* y *Rattus norvegicus* son catalogados como roedores comensales. Estos múridos han acompañado a la humanidad a lo largo de su historia y al igual que el hombre se han dispersado a través de todo el mundo. En Guatemala los investigadores Ángel (2008), Flores (2013) y Miranda (2014) capturaron estas mismas especies en mercados cantonales para realizar estudios sobre leptospirosis y toxoplasmosis. Por lo que su aparición en el zoológico Minerva fue una confirmación de su gran capacidad de adaptación y colonización. Siendo inesperada la aparición de *Sigmodon hispidus*, un roedor de campo que en Guatemala ha sido reportada como plaga en plantaciones de palma principalmente. Diseldorff (1999), Camaja (2011), Zepeda (2011) literatura consultada menciona su desarrollo en bosques, como la del fondo del zoológico Minerva, el cual sustentaría el habitar para su desarrollo. (Monge, 2009) Las tres

especies han sido descritas como plagas de productos almacenados en Guatemala por Monge (2009) y Donald (1984).

5.2 Abundancia y densidad poblacional

El área muestreada fue de 2,000 mt² dividida en 5 estratos diferentes definidos durante la metodología. Dentro del área se capturaron un total de 36 roedores. Estos individuos se clasificaron según especie y estrato en el cual fueron capturados, datos representados en el cuadro 2.

CUADRO No. 2 CANTIDAD DE INDIVIDUOS CAPTURADOS POR ESPECIE EN CADA ESTRATO

Estrato	<i>Rattus rattus</i>	<i>Rattus norvegicus</i>	<i>Sigmodon hispidus</i>	TOTAL
1	2	3	0	5
2	9	0	0	9
3	1	5	0	6
4	2	2	1	5
5	5	4	2	11

Fuente: Elaboración propia.

Los datos representados en el cuadro 2 nos indican que el estrato con mayor número de roedores son el área de guardianía (30.56%) y el área de cocina (25%). Debido a que estas áreas cuentan con las características ecológicas (disponibilidad de alimento, refugio, sitios de reproducción y depredadores) adecuadas para el desarrollo del comportamiento alimentario y el comportamiento y organización social de los roedores. (Polop, y otros, 2003)

El comportamiento alimentario de los roedores dentro del zoológico cumple con la disponibilidad y calidad necesaria. Los alimentos encontrados por los roedores son nutricionalmente balanceados (concentrado, carne, frutas y semillas) que superan los 40 gr de consumo máximo por individuo al día y suficiente agua

potable para superar los 30ml de agua por día. (Polop, y otros, 2003) Estos y otros alimentos como la basura de los visitantes se encuentran en diversos lugares ya conocidos y señalizados por los mismos roedores (heces y orina).

Sobre el comportamiento y organización social de estas especies resalta el hecho de su tendencia a asociarse. Los roedores forman unidades sociales que ocupan un área determinada. La interacción entre los individuos es de forma más o menos estrecha, con zonas de interacción común (áreas abiertas), zonas exclusivas (madrigueras y nidales) y zonas superpuestas (senderos). No llegan a ocupar un mismo nicho, lo que no se crea rivalidad. (Polop, y otros, 2003) Las tres especies han formado una colonia dentro del zoológico ya que las condiciones ambientales como la disponibilidad de alimento, agua, refugio, y densidad poblacional lo han permitido.

La densidad poblacional evaluada con el modelo de Calvin Zippin (1956, 1958) proyecta una cantidad mínima y máxima de individuos en el área muestreada los cuales se extrapolan a una densidad definida (individuos/Ha). Los datos obtenidos para *Rattus rattus* al aplicar la formula es de 57.51 individuos máximo y 0.09 individuos mínimo en 2,000 mts², para *Rattus norvegicus* de 24.82 individuos máximo y 8.52 el mínimo en 2,000 mts². Datos que se presentan en el cuadro 3. Una mayor cantidad de *R. rattus* (especie invasora de mayor impacto) se puede deber a ser más agresiva que *R. norvegicus* y tener mayor disponibilidad de refugio y nidales, en comparación a *R. norvegicus* especie ligada al agua (alcantarillas) característica poco encontrada dentro del zoológico (fuentes de agua).

Durante el estudio la especie *Sigmodon hispidus* no mostró el comportamiento esperado de reducción en la cantidad de individuos capturados entre el primer y segundo muestreo. Fue capturado un espécimen en el primer muestreo y dos en el segundo muestreo. Se presume que esto pudo haber sido

provocado por una baja densidad de población, trampas inespecíficas para el tamaño y peso de los individuos, cebo poco apetecible para la especie u otros factores ambientales propios del área de muestreo. Al no cumplir con los supuestos del método fue necesario excluir del cálculo de densidad poblacional a la especie *Sigmodon hispidus*.

CUADRO No. 3 PROYECCIÓN TOTAL DE LA POBLACIÓN DE ROEDORES

Rattus rattus Y *Rattus norvegicus*

Especie	Abundancia (individuos)	Error estándar	Intervalo de (95% de confianza)	Área efectiva de muestreo	Proyección	
					Máxima	Mínima
<i>Rattus rattus</i>	28.8	14.65	1.96	2,000 mts ²	57.51	0.09
<i>Rattus norvegicus</i>	16.67	4.16	1.96	2,000 mts ²	24.82	8.52

Fuente: elaboración propia

Una vez obtenida la abundancia de las especies se calculó la densidad de las poblaciones dividiéndose esta cantidad entre el área efectiva de muestreo. El resultado es un estimado mínimo y máximo por hectárea de individuos. El cuadro 4 presenta estos cálculos y datos obtenidos.

CUADRO No. 4 DENSIDAD POBLACIONAL *Rattus rattus* Y *Rattus* EN EL PARQUE ZOOLOGÍCO MINERVA, 2016

Especie	Densidad		Área efectiva de muestreo.	Densidad (Ind/Ha)	
	Máxima	Mínima		Máxima	Mínima
<i>Rattus rattus</i>	57.51	0.09	2,000 mts ²	287.55	0.45
<i>Rattus norvegicus</i>	24.82	8.52	2,000 mts ²	124.10	42.6

Fuente: elaboración propia.

Monge (2009) menciona que para *Rattus norvegicus* una densidad elevada es de 18 individuos por hectárea. La densidad de *Sigmodon hispidus* mencionada por Monge (2009) es de dos a 103 individuos por hectárea, cantidad que varía según los lugares de captura. Respecto a la especie *Rattus rattus* Monge (2009) no describe un dato concreto sobre la densidad poblacional ya que este es muy

variable. Respecto a la densidad de estas especies dentro de zoológicos, no se encontró referencia alguna.

La relación entre el género de los individuos de las tres especies, fue mayor el número de machos que el de hembras. De la especie *Rattus rattus* se capturaron 11 machos y ocho hembras que corresponde al 52.78% de las capturas, de *Rattus norvegicus*, se capturaron ocho machos y seis hembras siendo un 38.89% del total de capturas, mientras que en *Sigmodon sp.*, fueron dos machos y una hembra que corresponde al 8.33% ver anexo 10 de la figura. Según Geortz (1965) esta relación es un indicativo de una alta densidad poblacional en el área.

Los datos encontrados en este estudio revelan una realidad alarmante. En el caso de *Rattus norvegicus* la densidad dentro del zoológico superan por mucho lo descrito por Monge (2009). Está exacerbada densidad puede estar siendo provocada por una disponibilidad de alimento constante y abundante, disponibilidad de refugio, exceso de basura en el parque, ausencia de basurero principal y ausencia de un plan para el control de plagas. Con la disponibilidad de los factores que provocan una densidad alta, no es extraño encontrar cohabitando a las especies *Rattus rattus* y *Rattus norvegicus*, ya que no existe competitividad por el nicho ni por los recursos alimenticios.

Otro de los hallazgos importantes del estudio es la presencia de *Sigmodon hispidus* dentro del zoológico quien se encuentra dentro de un casco urbano. En condiciones naturales la especie *S. hispidus* habita pastizales, plantaciones de caña y áreas boscosas. Esta migración se cree pudo haber sido de carácter mecánico en la cual intervino el traslado de cosechas, desde el área rural hacia el mercado "La Terminal" ubicado aledaño al zoológico. Otro factor pudo ser el demográfico en el cual el crecimiento del casco urbano ocupó antiguo espacio

boscoso o de plantaciones. Estos factores se cree llevaron a la incursión de la especie *S. hispidus* dentro de un área urbana.

VI. CONCLUSIONES

- La densidad poblacional por hectárea calculada en el parque zoológico Minerva para la especie *Rattus rattus* fue de entre 0.45 a 287.55 individuos y para el género *Rattus norvegicus* fue de entre 42.6 a 124.1 individuos.
- En el parque zoológico Minerva se encontraron las especies de roedores *Rattus rattus* (52.78%), *Rattus norvegicus* (38.89%) y *Sigmodon hispidus* (8.33).
- Existe una mayor cantidad de machos que de hembras de las 3 especies tipificadas dentro del estudio, por lo que se considera una densidad poblacional alta.
- Las áreas del parque zoológico Minerva, con mayor abundancia relativa de roedores plaga son el área de guardiana con 30.56% y el área de cocina con 25%.
- Las especies *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus* y *Sigmodon hispidus* coexisten dentro el área estudiada.

VII. RECOMENDACIONES

- Implementar por parte del área administrativa del parque zoológico Minerva, medidas para el control de roedores plaga.
- Incluir en nuevos estudios las variables climáticas y su relación con la abundancia de roedores plaga en el parque zoológico minerva.
- Realizar estudios sobre la presencia de anticuerpos de enfermedades zoonóticas presentes en los roedores plaga que habitan en el parque zoológico minerva.
- Llevar a cabo exámenes diagnósticos de las enfermedades zoonóticas mas importantes del país en los trabajadores de campo del zoológico.
- Reglamentar la eliminación de basura y residuos de alimentos en los lugares asignados para el efecto.
- Rectificar el diseño de las trampas de captura viva, ya que es necesario aumentar las medidas de 4 a 6 pulgadas de largo, para evitar cualquier tipo de trauma a los especímenes objeto de estudio.
- Para próximos estudios con roedores, elaborar el cebo de acuerdo a las fuentes de alimento al alcance de los mismos, pero utilizar una gasa como medio de sujeción al sistema de la trampa tipo jaula.

VIII. RESUMEN

El presente estudio fue realizado con el objetivo de recabar información sobre las poblaciones de roedores plaga que afectan el parque zoológico Minerva, Quetzaltenango. La necesidad del presente surgió de la implicación de estos roedores en la salud pública y economía del zoológico, así como la poca información en Guatemala.

En el estudio fueron capturados 36 especímenes de los cuales 19 fueron *Rattus rattus* (52.78%), 14 *Rattus norvegicus* (38.98%) y 3 *Sigmodon hispidus* (8.33%). La densidad poblacional de las especies fue establecida a través del método Zippin que dio como resultado: para la especie *Rattus rattus* una densidad mínima de 0.45/ha y máxima de 287.55/ha y para la especie *Rattus norvegicus* de 42.6 a 124.1 ind/ha. En el caso de la especie *Sigmodon hispidus* no se pudo estimar el tamaño de la población, ya que no se cumplieron los supuestos del método.

El trabajo de investigación aporta información como lo es la presencia del ratón de campo *Sigmodon hispidus* dentro del zoológico el cual es un área urbana, que hasta el momento no ha sido descrito como plaga de esta área, descripción de las áreas del zoológico con mayor cantidad de roedores lo son guardianía (30.56%) y la cocina-granja educativa (25%) debido a que es donde cuentan con más fácil acceso a refugio y alimento. Esta información generada por el estudio servirá como precedente para investigaciones futuras así como para plantear los métodos de control mas adecuados que se puedan implementar.

SUMMARY

The present study was carried out with the aim of gathering information on the populations of rodent pests that affect the Minerva Zoo, Quetzaltenango. The need for the present arose from the involvement of these rodents in the public health and economy of the zoo, as well as the lack of information in Guatemala.

In the study 36 specimens were captured, of which 19 were *Rattus rattus* (52.78%), 14 *Rattus norvergicus* (38.98%) and 3 *Sigmodon hispidus* (8.33%). The population density of the species was established through the Zippin method, which resulted in a minimum density of 0.45 / ha and a maximum of 287.55 / ha for the *Rattus rattus* species and for the *Rattus norvergicus* species from 42.6 to 124.1 ind / ha. In the case of the species *Sigmodon hispidus*, it was not possible to estimate the size of the population, since the assumptions of the method were not fulfilled.

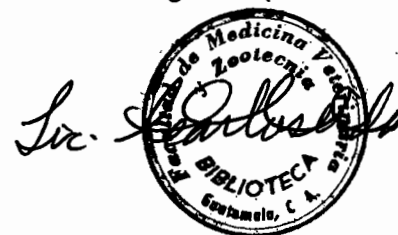
The research work provides information such as the presence of the *Sigmodon hispidus* field mouse within the zoo that is an urban area, which has not been described as a pest in this area until now, a description of areas of the zoo with more rodents are guardianship (30.56%) and kitchen-farm education (25%) because it is where they have the easiest access to shelter and food. This information generated by the study will be useful as a precedent for future research as well as to propose the most appropriate control methods that can be implemented.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ángel Orellana, D. P.(2008). *Determinación de la presencia de quistes de Toxoplasma gondii, en ratas o ratones de tres mercados municipales de la ciudad de Guatemala*. Tesis de licenciatura. Med. Vet.: FMVZ/USAC: GT..
2. Camajá Pérez, S. F. (2011). *Evaluación de seis cebos para la captura de rata cañera, (Sifmodon hispidus: Muridae) en el cultivo de caña de azúcar (Saccharum officinarum: Poaceae), en finca California, Guanagazapa, Escuintla* (Tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
3. Chiri, A. (1988). *Los Vertebrados como Plagas de los Cultivos en América Latina*. Manejo Integrado de Plagas (7).
4. Consejo Nacional de Desarrollo. (2010). *Plan de Desarrollo Departamental de Quetzaltenango*. Guatemala.
5. Díaz Portillos, R. A. (2011). *Determinación de la presencia de Leptospira interrogans en roedores sinantrópicos de la aldea El Milagro, Masagua, Escuintla utilizando la técnica de PCR*. Tesis de licenciatura. Med. Vet.: FMVZ/USAC: GT..
6. Dieseldorff Richter, F H. (1999). *Fluctuaciones de la densidad poblacional de la rata cañera (Sigmodon hispidus), durante un ciclo de cultivo de caña de azúcar (Sacchrum officinarum)* (Tesis de Licenciatura). FCQF/USAC: GT..

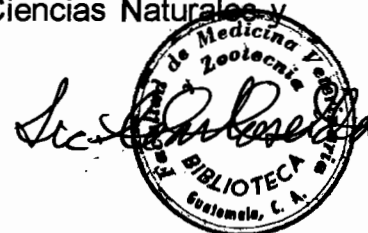


7. Don E. , W., y DeeAnn M. , R. (Edits.). (2005). *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. Orden Rodentia*, 2(3). Recuperado de <http://www.departments.bucknell.edu/biology/resources/msw3/browse.asp?id=12200001>
8. Elias, D. (1984). *Roedores como Plagas de Productos Almacenados: Control y Manejo*. Santiago, Chile: FAO.
9. Flores Sahón, C. M. (2013). *Determinación de la prevalencia de roedores plaga infectados con quiste de Toxoplasma gondii, en el mercado municipal de Panajachel, Sololá*. Tesis de licenciatura. Med. Vet.: FMVZ/USAC: GT..
10. Goertz, W. J. (1965). *Reproductive variation in cotton rats*. American Midland Naturalist 74:329-340.
11. Hoff, J. (2000). *Methods of Blood Collection in the Mouse*. Lab Animal, 29 (10), 47-53.
12. Jiménez Hernández, N. D. (2015). *Estimación Poblacional del Puma (Puma concolor stanleyana) en la UMA La Mesa, Marín, Nuevo León (Tesis de licenciatura)*. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, México.
13. Lambert, T. D., y Adler, G. H. (2000). The File Guide to Prehistoric Life. *Journal of Mammology*, 81, (1), 70 -76. Recuperado de <http://jmmammal.oxfordjournals.org/content/jmmammal/81/1/70.full.pdf>
14. Mills, J. N., Childs, J. E., Ksiazek, T. G., y Peters, c. J. (1998). *Métodos para trampeo y muestreo de pequeños mamíferos para estudios virológicos*. (I.



Gladys E. Calderón, Trad.) Washington, D.C: Organización Panamericana de la Salud.

15. Miranda Sipaque, S. V. (2014). *Determinación de Leptospira interrogans en roedores plaga en el mercado municipal de Panajachel, Sololá, Guatemala mediante la prueba de Reacción de la Polimerasa (PCR)*. Tesis de licenciatura. Med. Vet.: FMVZ/USAC: GT..
16. Monge M., J. (2009). *Roedores Plaga de América Central*. San José, Costa Rica: UCR: OIRSA.
17. Nowak, R. (1991). *Walker's Mammals of the World*. Baltimore, Maryland, Estados Unidos de América: Johns Hopkins.
18. Organización Mundial de la Salud. (1974). *Ecología y Lucha Contra los Roedores de Importancia Sanitaria*. Organización Mundial de la Salud. Ginebra: OMS.
19. Polop, J., Priotto, J., Steinmann, A., Provensal, C., Castillo, E., Calderón, G... Coto, Héctor. (2003). *Manual de control de roedores en municipios* (Publicación monográfica, 5 ed., Vol. Serie enfermedades transmisibles). Argentina: Fundación Mundo Sano, Instituto Nacional de Enfermedades Virales Humanas y GIEP.
20. Reid, F. (1997). *A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast México*. 2 ed., US, Oxford University.
21. Rumi, A. (s. f.). *Métodos de Estimación de Densidad, Breve Reseña*. En Cátedra de Ecología de Poblaciones, Facultad de Ciencias Naturales y



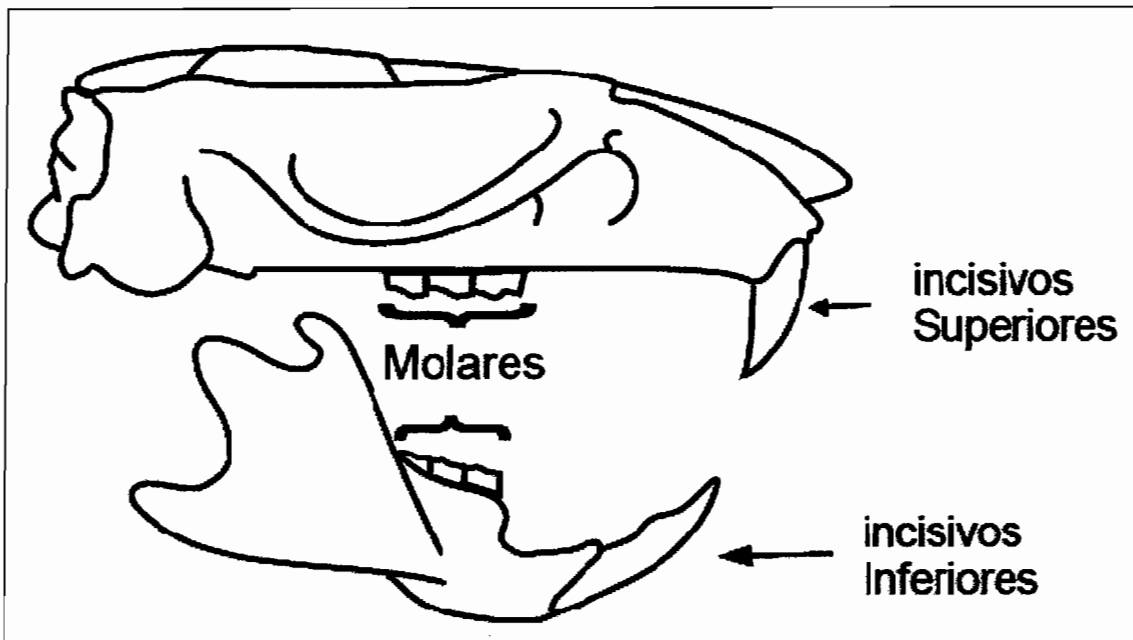
Museo. Universidad Nacional de La Plata. Argentina, Recuperado de <http://www.fcny m.unlp.edu.ar>.

22. SARH. (1992). *Distribución de Roedores de Importancia Agrícola en México* (Vol. Serie Sanidad Vegetal). México: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
23. Tellería, J. L. (2006). *Métodos de Censo en Vertebrados Terrestres*. Universidad Complutense, Facultad de Biología, Madrid, España.
24. Velazco S., A. (1988). *Ratas y Ratones Domésticos*. D. F., México: LIMUSA.
25. Zippin, C. (1956). *An evaluation of the removal method of estimating animal populations*. *Biometrics*. 12 (2), 165-189.
26. Zippin, C. (1958). *The Removal Method of Population Estimation*. *The Journal of Wildlife Management*. 22 (1), 82-90.



X. ANEXOS

FIGURA No.1 DISPOSICIÓN DE LOS DIENTES DEL ORDEN *Rodentidae*



Fuente: Manual de control de roedores en municipios, 2003

CUADRO No. 4 CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS, MORFOLÓGICAS Y REPRODUCTIVAS DE LA FAMILIA *Muridae*

Especie	<i>Rattus rattus</i>	<i>Rattus norvegicus</i>	<i>Mus musculus</i>
Morfometría			
Peso promedio	110 a 340 gr.	280 a 480 gr.	14 a 30 gr.
Longitud total	350 a 450 mm.	325 a 460 mm.	150 a 190 mm.
Longitud de cabeza + cuerpo	165 a 205 mm.	180 a 255 mm.	66 a 91 mm.
Longitud de la cola	190 a 255 mm.	150 a 215 mm.	69 a 93 mm.
Longitud de la oreja	22 a 24 mm.	15 a 20 mm.	12 a 16 mm.
Longitud del MP	34 a 39 mm.	30 a 49 mm.	16 a 19 mm.
Morfología			
Color	Negro o grisáceo.	Pardo oscuro o rojizo.	Tonos grises.
Pelaje	Liso y suave.	Largo y áspero.	Corto, suave y lustroso.
Hocico	Puntiagudo.	Redondeado o romo.	Puntiagudo.
Ojos	Grandes y prominentes.	Pequeños	Pequeños
Orejas	Grandes, delgadas, sobresalientes y sin pelaje.	Pequeñas, redondeadas, peludas y pegadas a la cabeza.	Grandes, redondas y con pelos ralos.
Cola	Mayor que la cabeza+cuerpo, uniformemente oscura y anillado muy marcado.	Igual o mayor a cabeza+cuerpo, oscura arriba clara abajo, anillado poco marcado.	Delgada, oscura, igual o ligeramente mayor que la cabeza+cuerpo.
Heces	Fusiforme, 12mm de largo.	Cilíndrica, 20mm de largo.	Fusiforme, 6mm de largo.
Características reproductivas			
Expectativa de vida	9 a 18 meses.	9 a 18 meses.	9 a 18 meses.
Madurez sexual	2 a 3 meses.	2 a 3 meses.	1 mes y medio.
Crías por camada	8 a 12.	6 a 12.	5 a 10.
Camadas por año	Máximo: 7.	Máximo: 6.	Máximo: 10.
Gestación	21 a 25 días.	21 a 25 días.	18 a 19 días.
Destete	4 a 5 semanas.	3 semanas.	2 a 3 semanas.
Densidad poblacional	2,641/Km ² .	De 25 a 150/100 m ² , 18/ha, y de 50 a 300/granja.	De 10/ m ² , 1/100 m ² y hasta 1,250/ha.
Ámbitos de acción	100 m ² .	150 m ² .	10 m ² .

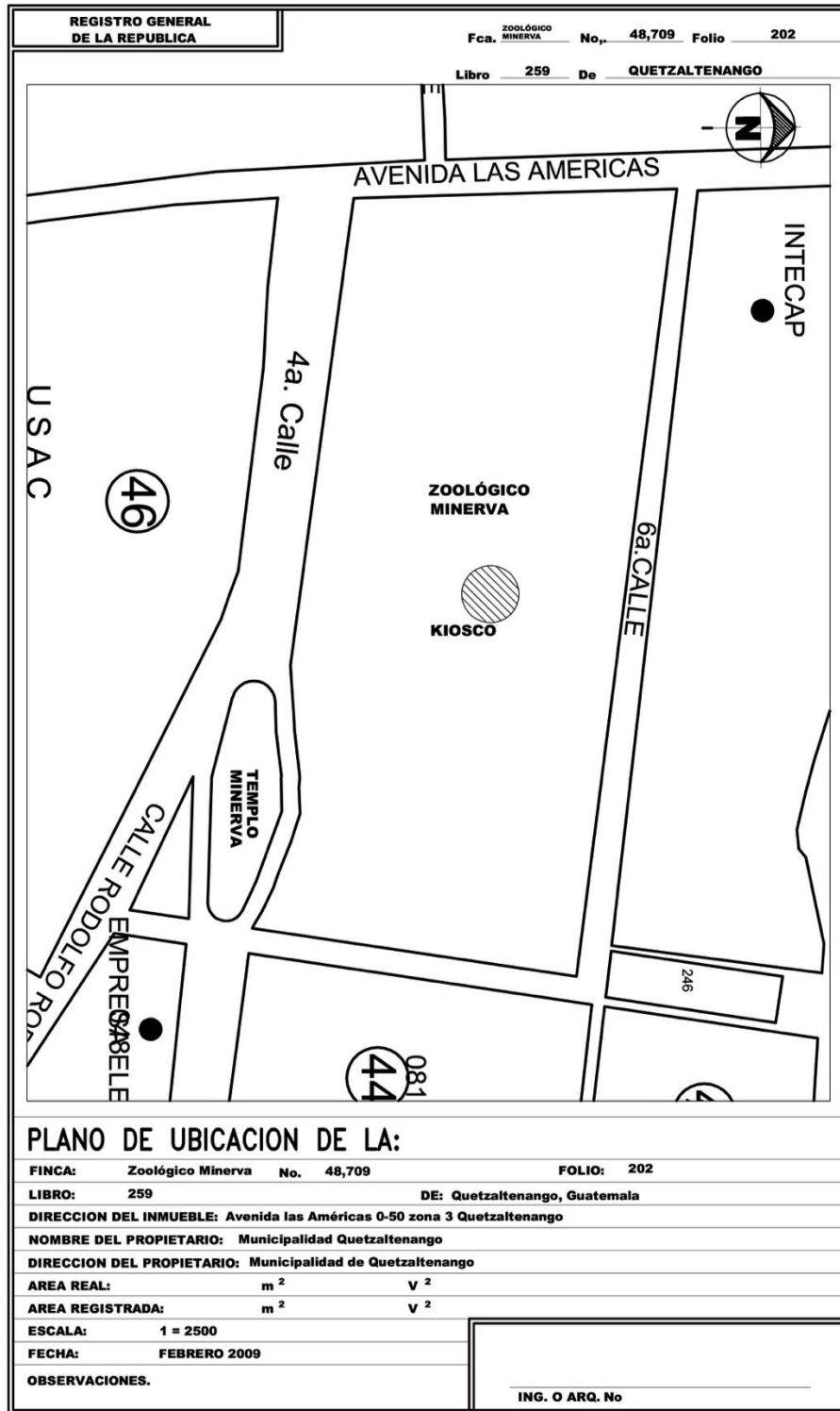
Fuente: Elaboración propia

CUADRO NO. 5 CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS, MORFOLÓGICAS Y REPRODUCTIVAS DE LA FAMILIA *Cricetidae*

Especie	<i>Sigmodon hirsutus</i>	<i>Zygodontomys brevicauda</i>	<i>Oryzomys couesi</i>
Morfometría			
Peso promedio	30 a 150 gr.	38 a 81 gr.	42 a 83 gr.
Longitud total	200 a 300 mm.	170 a 230 mm.	242 a 265 mm.
Longitud cabeza + cuerpo	112 a 160 mm.	106 a 137 mm.	98 a 142 mm.
Longitud de la cola	88 a 130 cm.	76 a 107 mm.	107 a 152 mm.
Longitud de la oreja	16 a 20 mm.	14 y 17 mm.	13 a 18 mm.
Longitud del MPI	27 a 34 mm.	23 a 27 mm.	27 a 33 mm.
Morfología			
Color	Pardo negruzco amarillento.	Café y gris canoso.	Café anaranjado.
Pelaje	Jaspeado.	Corto y algo tosco.	Suave y denso.
Hocico	Romo.	Corto y romo.	Relativamente despuntado.
Ojos	Grandes.	Sin registros.	Medianos, color claro.
Orejas	Pequeñas, redondeadas, cubiertas por pelaje hasta la mitad.	Escasamente peludas.	Pequeñas, ocultas parcialmente en el pelaje, con líneas densas de pelo color anaranjado.
Cola	De apariencia desnuda, cubierta de pelos al final.	De $\frac{3}{4}$ del tamaño del cuerpo + cabeza y claramente bicolor.	Larga, claramente bicolor y casi desnuda.
Heces	9 mm de largo x 5 mm de diámetro.	Sin registros.	Sin registros.
Reproducción			
Expectativa de vida	6 a 12 meses.	6 a 18 meses.	6 a 20 meses.
Madurez sexual	2 a 5 meses.	1 mes y 1 mes y medio.	1 a 2 meses.
Crías por camada	5 a 7.	3 a 11.	2 a 7.
Camadas por año	3 a 4.	5 a 6.	5 a 6.
Gestación	27 días.	25 días.	21 a 28 días.
Destete	3 semanas.	11 días.	11 días.
Densidad poblacional	28 a 373/ha.	40.5/ha.	221/Km ² , 15/ha.
Ámbitos de acción	Menor a 100 m ² .	Menor a 70 m ² .	0.23 a 0.37 ha.

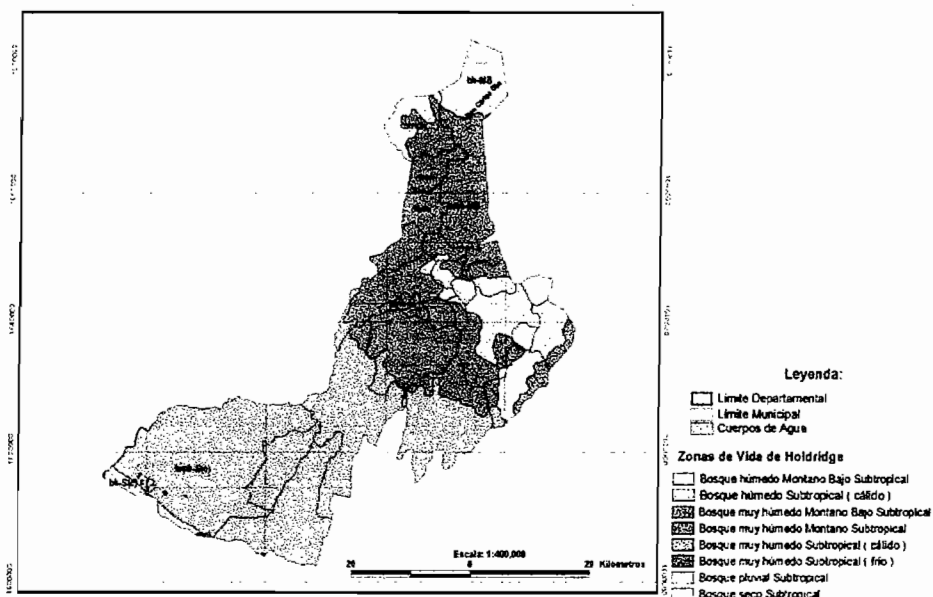
Fuente: Elaboración propia

FIGURA No. 2 PLANO DE UBICACIÓN DEL PARQUE ZOOLOGICO MINERVA



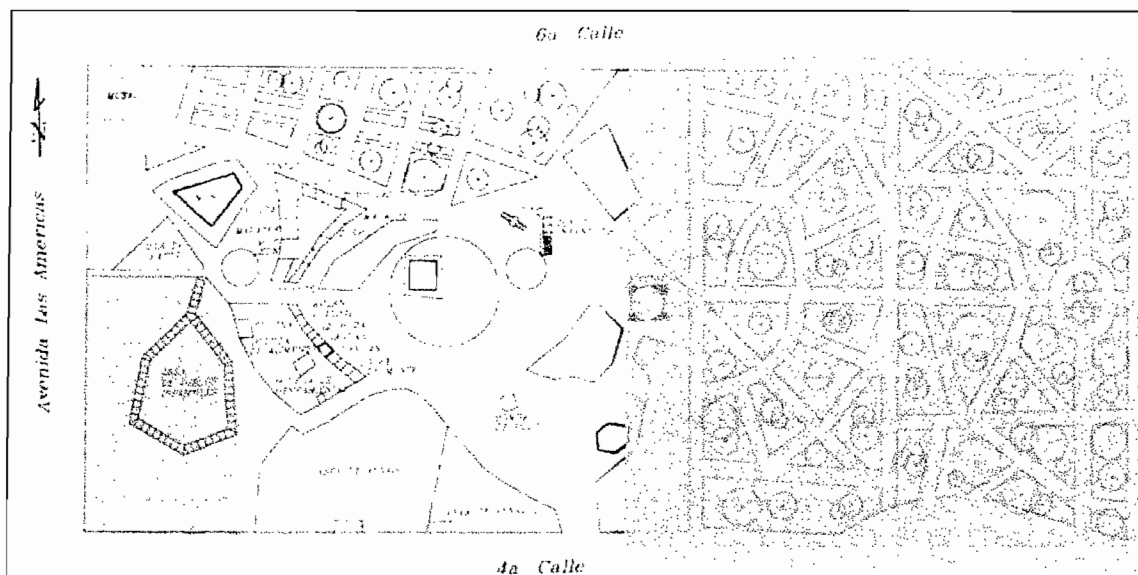
Fuente: Registro general de la república. 2009

FIGURA No.3 MAPA, ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE DEL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO



Fuente: Programa de Emergencia por Desastres Naturales (PEDN) Procesado por: Laboratorio de Sistemas de información Geográfica (SIG-MAGA), 2003.

FIGURA No. 4 DIVISIÓN ADMINISTRATIVA DEL ZOOLÓGICO MINERVA



1: zoológico Minerva, 2: área de juegos mecánicos y 3: parque Minerva.
Fuente: Archivo general de la dirección del parque zoológico Minerva

CUADRO NO.6 FORMULARIO PARA EL CONTROL DE TRAMPAS

No. De Trampa	Estrato	Posición espacial	Trampeo 1		Trampeo 2	
			+	-	+	-
1	1					
2	1					
3	1					
4	1					
5	1					
6	1					
7	1					
8	1					
9	1					
10	1					
11	2					
12	2					
13	2					
14	2					
15	2					
16	2					
17	2					
18	2					
19	2					
20	2					
21	3					
22	3					
23	3					
24	3					
25	3					
26	3					
27	3					
28	3					
29	3					
30	3					
31	4					
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
50	5					

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO NO. 7 CONTROL DE DATOS Y MEDIDAS DE LOS ESPECÍMENES
PRIMERA CAPTURA**

No. De Trampa	Estrato	Color del pelaje	Sexo	Largo total	Largo de la cola	Largo del cuerpo + cabeza	Largo de la oreja	Largo del MPI	Peso	Observaciones
1	1	Café	Hembra	365	185	180	20	30	195	
3	1	Gris	Macho	430	220	210	37	37	114	
7	1	Café	Macho	395	195	200	20	35	203	
12	2	Gris	Macho	310	160	150	23	35	185	
14	2	Gris	Hembra	395	200	195	15	32	159	
15	2	Gris	Hembra	390	200	190	15	31	161	
17	2	Gris	Macho	401	198	203	18	37	190	
18	2	Gris	Hembra	425	215	210	16	33	152	
24	3	Café	Macho	435	210	225	22	38	266	
26	3	Café	Macho	395	210	185	40	40	124	
27	3	Gris	Hembra	425	215	210	16	32	165	
30	3	Café	Hembra	385	185	200	19	45	168	
31	4	Gris	Hembra	425	220	205	16	30	132	
32	4	Café	Hembra	395	185	210	20	48	177	
36	4	Negra	Hembra	390	195	195	15	35	188	
40	4	Café	Hembra	395	200	195	16	30	147	
44	5	Café Jaspeado	Macho	234	88	148	15	25	71	Cola con pelos, orejas pegadas y con pelos.
45	5	Café	Macho	370	185	185	15	35	178	
46	5	Gris	Macho	400	195	205	22	33	180	
47	5	Café	Macho	420	200	220	21	38	247	
48	5	Gris	Macho	395	185	210	18	38	183	
49	5	Café	Macho	410	205	205	21	35	167	
50	5	Gris	Macho	415	205	210	20	35	204	

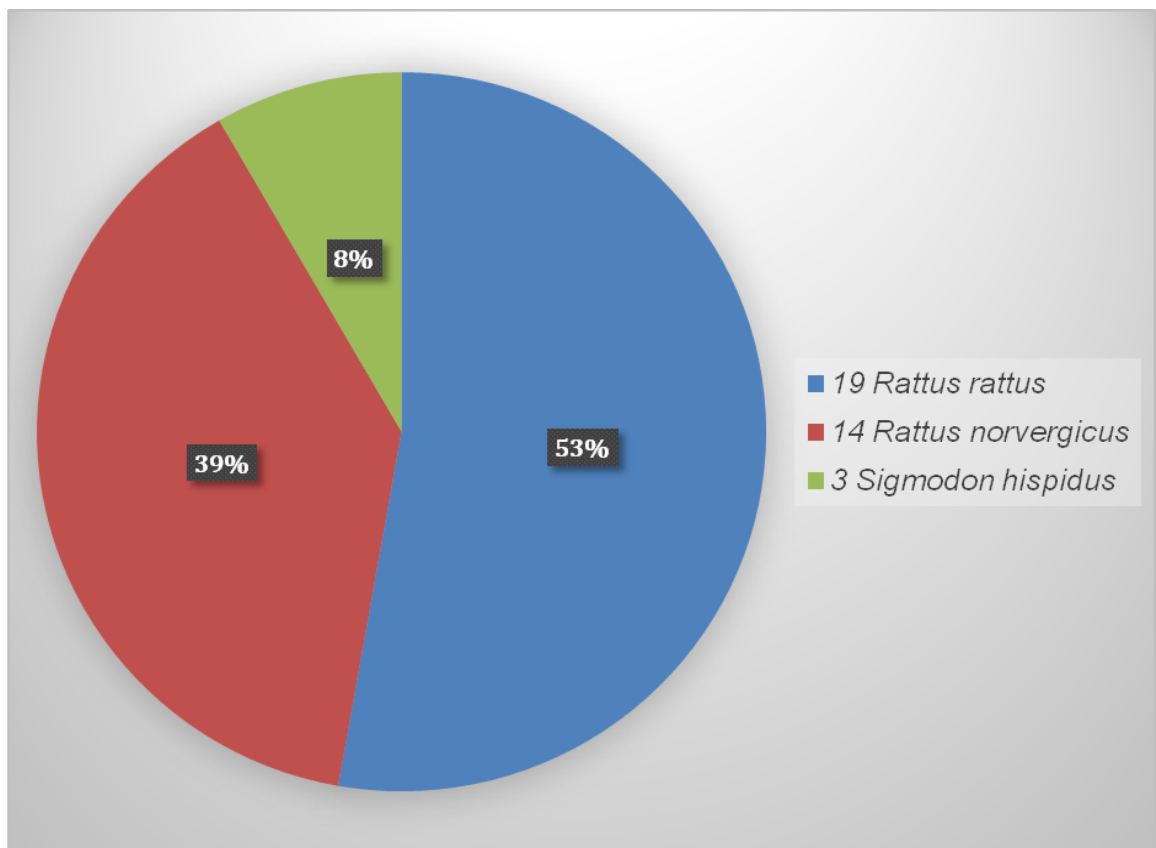
Fuente: Elaboración propia

**CUADRO No. 8 CONTROL DE DATOS Y MEDIDAS DE LOS ESPECÍMENES
SEGUNDA CAPTURA**

No. De Trampa	Estrato	Color del pelaje	Sexo	Largo total	Largo de la cola	Largo del cuerpo + cabeza	Largo de la oreja	Largo del MPI	Peso	Observaciones
1	1	Café	Macho	440	220	220	19	35	297	
8	1	Gris	Macho	280	135	145	15	31	143	
12	2	Gris	Macho	350	165	185	20	35	187	
16	2	Gris	Macho	275	130	145	16	32	151	
17	2	Gris	Macho	300	150	150	17	31	174	
19	2	Gris	Hembra	400	190	210	21	35	201	
22	3	Café	Hembra	410	200	210	19	35	212	
24	3	Café	Hembra	411	201	210	19	35	198	
35	4	Café Jaspeado	Hembra	250	100	150	15	28	82	Cola con pelos, orejas pegadas y con pelos
44	5	Gris	Hembra	435	185	250	21	37	215	
47	5	Gris	Macho	395	170	225	20	35	179	
48	5	Café Jaspeado	Macho	230	85	145	13	25	69	Cola con pelos, orejas pegadas y con pelos
50	5	Café	Macho	450	225	225	20	40	312	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA No. 5 CANTIDAD DE ROEDORES PLAGA CAPTURADOS Y TIPIFICADOS DURANTE EL ESTUDIO



Fuente: Elaboración propia

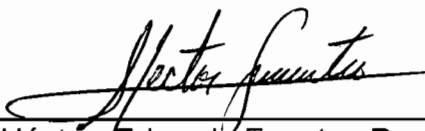
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**CARACTERIZACIÓN Y DETERMINACIÓN DE DENSIDAD
POBLACIONAL DE ROEDORES PLAGA EN EL PARQUE
ZOOLOGICO MINERVA, QUETZALTENANGO, GUATEMALA, 2016**

f. 
JOSE ERNESTO GONZALEZ CAMPOS

f. 
M.V. Luis Alfonso Morales
Rodríguez
ASESOR PRINCIPAL

f. 
M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
ASESOR

f. 
M.Sc. Héctor Eduardo Fuentes Rousselin
EVALUADOR

IMPRÍMASE

f. 
M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
DECANO

