

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ciencias**

**Escuela Profesional de Biología-Microbiología**

**Domesticación, crianza y reproducción de roedores sinantrópicos  
como un modelo experimental de pruebas biológicas – Tacna**

**TESIS**

Presentada por:

**Bach. Lucio Velasco Lopez**

Para optar el Título Profesional de:

**BIÓLOGO MICROBIÓLOGO**

TACNA - PERÚ

2025

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 428

En la ciudad de Tacna, en el auditorio de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, siendo las 08:18 horas del día 3 de diciembre del 2024, estando presente el jurado calificador nominado por Resolución de Facultad N° 11134 – 2024 – FACI /UNJBG, conformado por los siguientes docentes:

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| DRA. ROSA AMELIA CAFFO MARRUFFO  | PRESIDENTA |
| DR. CARLOS FRANCISCO TITO VARGAS | SECRETARIO |
| MGR. ROCÍO MURGUEYTO GÓMEZ       | VOCAL      |

Acto seguido se dio la lectura de la Resolución correspondiente y del mismo modo se dio lectura al artículo 22 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias.

A continuación, la presidenta del jurado instó al Bachiller **Lucio Velasco Lopez**, a exponer la tesis titulada **“Domesticación crianza y reproducción de roedores sinantrópicos como un modelo experimental de pruebas biológicas – Tacna”**, para optar el título profesional de Biólogo Microbiólogo.

Siendo las 9:40 horas el tesista concluye su exposición, luego se procedió a la formulación de las preguntas por parte de los miembros del jurado calificador. Terminado este proceso se invitó a que los miembros del jurado emitan su calificación de acuerdo a reglamento. El promedio de la calificación dio el siguiente resultado: Aprobado por unanimidad, con nota de (16) dieciséis, de acuerdo al reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Siendo las 9:40 horas, se dio por concluido el acto de sustentación de la tesis, firmando los señores miembros del jurado calificador, en señal de conformidad.

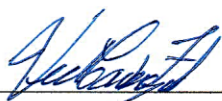
  
Dra. Rosa Amelia Caffo Marruffo  
PRESIDENTA

  
Dr. Carlos Francisco Tito Vargas  
SECRETARIO

  
Mgr. Rocio Murgueyto Gómez  
VOCAL

## CONSTANCIA DE SIMILITUD

Yo, Víctor Hugo Carbajal Zegarra, en mi calidad de Asesor de Tesis, certifico que el señor Bachiller Lucio Velasco Lopez, de la Escuela Profesional de Biología - Microbiología de la Facultad de Ciencias, sustentó su Tesis Profesional titulada: *"Domesticación, crianza y reproducción de roedores sinantrópicos como un modelo experimental de pruebas biológicas"*, con la finalidad de obtener el título de Biólogo Microbiólogo. Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajo de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través de Software de similitud textual TURNITIN, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 9 %, Por lo tanto, CERTIFICO LA SIMILITUD del trabajo final de tesis profesional, el cual se encuentra habilitado para continuar con los trámites correspondientes para la obtención del título profesional y su publicación en el repositorio institucional.



ASESOR

Blgo. Víctor Hugo Carbajal Zegarra

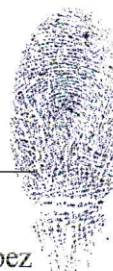
DNI: 04745280



TESISTA

Bach. Lucio Velasco Lopez

DNI: 41700788



## **DEDICATORIA**

A mi familia, quienes han sido la fuente inagotable de mi fortaleza, gracias por su apoyo incondicional, sacrificios y por creer en cada paso que he dado. Su apoyo ha sido la fuerza motriz detrás de mis logros.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres. A ustedes, quienes han estado a mi lado desde el principio, les agradezco por su amor incondicional, paciencia infinita y apoyo constante. Cada paso que he dado en este camino académico ha sido posible gracias a sus valores, enseñanzas y ejemplos.

Agradezco a mi asesor, Biol. Víctor H. Carbajal Zegarra, por su orientación experta, paciencia y apoyo constante a lo largo de este proceso. Sus valiosas sugerencias y comentarios han sido fundamentales para dar forma y mejorar este trabajo.

Agradezco al Dr. Daladier Castillo Cotrina, cuya experiencia y motivación fueron clave en mi camino por el mundo de la ciencia, ayudándome a convertir la investigación en un verdadero estilo de vida. Asimismo, extendo mi gratitud a PhD. Joel de León, PhD. Alexis Murillo y Dra. Daysi Diaz, por la oportunidad necesaria en este viaje de investigación.

Agradezco a Adelis por su apoyo incondicional, un regalo que va más allá de las palabras. Su constante presencia y respaldo han sido fundamentales para desarrollar experiencias de muchos de los trabajos realizados y lograr también un crecimiento significativo a nivel personal.

Finalmente, quiero mencionar a todos aquellos que han dejado una huella en mi vida. A cada persona que ha contribuido, directa o indirectamente, a mi formación personal y profesional. Asimismo, este logro no habría sido posible sin la participación y protagonismo de los pequeños roedores “*Champion y las tres Marías*”. Gracias por todo.

“La primera condición del científico que trabaja con animales de laboratorio es el respeto por la vida, el dolor o el sufrimiento a que estos pueden ser sometidos en los trabajos de experimentación bajo su responsabilidad”.

\_\_\_\_\_ (*Mrad de Osorio*)

## INDICE

|                                                         |      |
|---------------------------------------------------------|------|
| DEDICATORIA .....                                       | iv   |
| AGRADECIMIENTOS .....                                   | v    |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                                  | ix   |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                                 | x    |
| RESUMEN .....                                           | xii  |
| ABSTRACT.....                                           | xiii |
| CAPÍTULO I .....                                        | 14   |
| INTRODUCCIÓN .....                                      | 14   |
| 1.1. Planteamiento del problema .....                   | 16   |
| 1.2. Justificación.....                                 | 17   |
| 1.3. Objetivos .....                                    | 19   |
| CAPÍTULO II .....                                       | 20   |
| MARCO TEÓRICO .....                                     | 20   |
| 2.1. Roedores.....                                      | 20   |
| 2.2. <i>Rattus norvegicus</i> (Berkenhout, 1769).....   | 26   |
| 2.3. <i>Rattus rattus</i> (Linnaeus, C. V., 1758) ..... | 29   |
| 2.4. Domesticación.....                                 | 31   |
| 2.5. Valor adaptativo de la domesticación .....         | 32   |
| 2.6. Crianza .....                                      | 38   |
| 2.7. Reproducción .....                                 | 43   |
| 2.8. Modelos experimentales.....                        | 46   |

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| 2.9. Bioética .....                                     | 49  |
| CAPÍTULO III.....                                       | 52  |
| MATERIALES Y MÉTODOS .....                              | 52  |
| 3.1. Materiales .....                                   | 52  |
| 3.2. Ubicación y delimitación del área de estudio ..... | 53  |
| 3.3. Población y muestra .....                          | 54  |
| 3.4. Diseño de la investigación .....                   | 54  |
| 3.5. Métodos.....                                       | 54  |
| CAPÍTULO IV .....                                       | 60  |
| RESULTADOS .....                                        | 60  |
| CAPÍTULO V.....                                         | 86  |
| DISCUSIÓN .....                                         | 86  |
| CONCLUSIONES .....                                      | 88  |
| RECOMENDACIONES.....                                    | 90  |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                        | 91  |
| ANEXOS .....                                            | 103 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1</b> Formas de interacción entre seres vivos. ....                                  | 31 |
| <b>Tabla 2</b> Ubicación de la domesticación.....                                             | 32 |
| <b>Tabla 3</b> La domesticación como una interacción simbiótica .....                         | 33 |
| <b>Tabla 4</b> La condición dominante en la relación .....                                    | 33 |
| <b>Tabla 5</b> Esperanza de vida y peso de los animales en cautiverio.....                    | 39 |
| <b>Tabla 6</b> Porcentaje de las componentes dietéticas .....                                 | 41 |
| <b>Tabla 7</b> Consumo de alimentos en el cautiverio .....                                    | 42 |
| <b>Tabla 8</b> Características reproductivas de los roedores.....                             | 43 |
| <b>Tabla 9</b> Registro de parámetros morfométricos de los ejemplares en estudio.....         | 58 |
| <b>Tabla 10</b> Registro de parámetros craneométricos I .....                                 | 58 |
| <b>Tabla 11</b> Registro de parámetros craneométricos II.....                                 | 58 |
| <b>Tabla 12</b> Roedores sinantrópicos capturados en la provincial de Tacna .....             | 60 |
| <b>Tabla 13</b> Roedores capturados de especies <i>R. norvegicus</i> y <i>R. rattus</i> ..... | 62 |
| <b>Tabla 14</b> Datos registrados de los roedores capturados.....                             | 64 |
| <b>Tabla 15</b> Parámetros estadísticos registrados en ejemplares en estudio.....             | 67 |
| <b>Tabla 16</b> ANOVA de un solo factor para los tipos de roedores .....                      | 69 |
| <b>Tabla 17</b> Medidas morfométricas de los roedores como modelos experimentales .....       | 72 |
| <b>Tabla 18</b> Mediciones craneales de los roedores modelos experimentales .....             | 74 |
| <b>Tabla 19</b> Mediciones maxilares y mandibulares de los roedores experimentales .....      | 74 |
| <b>Tabla 20</b> Valores normales de los parámetros hematológicos.....                         | 77 |
| <b>Tabla 21</b> Registro poblacional de roedores durante las generaciones .....               | 79 |
| <b>Tabla 22</b> Características biológicas de las ratas como modelos experimentales.....      | 82 |
| <b>Tabla 23</b> Características biológicas de las variantes como modelos experimentales ..... | 83 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> Máximos exponentes de roedores sinantrópicos .....                           | 20 |
| <b>Figura 2</b> El ancestro del árbol genealógico de los roedores .....                      | 22 |
| <b>Figura 3</b> El árbol genealógico de los roedores .....                                   | 24 |
| <b>Figura 4</b> Distribución de las ratas en el mundo.....                                   | 25 |
| <b>Figura 5</b> Rata de alcantarilla o desagüe .....                                         | 27 |
| <b>Figura 6</b> Rata de tejado o campo .....                                                 | 29 |
| <b>Figura 7</b> Cronología de la domesticación animal.....                                   | 34 |
| <b>Figura 8</b> El proceso de domesticación de roedores .....                                | 37 |
| <b>Figura 9</b> El ciclo reproductivo de los roedores.....                                   | 44 |
| <b>Figura 10</b> Sexado de los roedores .....                                                | 46 |
| <b>Figura 11</b> Primer modelos animal experimental.....                                     | 47 |
| <b>Figura 12</b> Diversidad roedora sinantrópica .....                                       | 48 |
| <b>Figura 13</b> Ubicación geográfica de las zonas de muestreo .....                         | 53 |
| <b>Figura 14</b> El primer ejemplar sinantrópico capturado en la domesticación.....          | 59 |
| <b>Figura 15</b> El segundo ejemplar sinantrópico capturado en la domesticación .....        | 59 |
| <b>Figura 16</b> La frecuencia de los roedores sinantrópicos capturados en las 3 zonas ..... | 61 |
| <b>Figura 17</b> Los roedores sinantrópicos capturados en la provincia de Tacna .....        | 62 |
| <b>Figura 18</b> La frecuencias de las especies capturados.....                              | 63 |
| <b>Figura 19</b> Suministro de la dieta a los roedores sinantrópicos en cautiverio .....     | 65 |
| <b>Figura 20</b> Consumo de la dieta de los roedores sinantrópicos de ambos géneros.....     | 66 |
| <b>Figura 21</b> Reproducción de los roedores sinantrópicos domesticados.....                | 68 |
| <b>Figura 22</b> Potencial reproductivo .....                                                | 69 |
| <b>Figura 23</b> Los diagramas de caja de los roedores para cada linaje/generación .....     | 70 |
| <b>Figura 24</b> Gráficos de comparaciones entre los cuatro linajes, mediante Tukey.....     | 70 |

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 25</b> Número de crías (promedio) durante la generación doce .....                   | 71 |
| <b>Figura 26</b> Morfometría de los cuatro linajes de roedores .....                           | 73 |
| <b>Figura 27</b> Características morfométricas de los roedores I .....                         | 75 |
| <b>Figura 28</b> Características morfométricas de los roedores II.....                         | 76 |
| <b>Figura 29</b> Características hematológicas de los linajes establecidos en el bioterio..... | 78 |
| <b>Figura 30</b> Gráfica de la curva de crecimiento poblacional de ratas .....                 | 79 |
| <b>Figura 31</b> La distribución de los valores de los distintos temperamentos .....           | 80 |
| <b>Figura 32</b> Gráfica de la curva de crecimiento poblacional de ratas .....                 | 81 |
| <b>Figura 33</b> Modelos animales experimentales obtenidos durante generación 12.....          | 84 |

## RESUMEN

La necesidad de desarrollar roedores modelos experimentales a partir de roedores sinantrópicos surge como una alternativa a la importación costosa y traslado de cepas tradicionales bajo las exigencias bioéticas, permitiendo estudios en condiciones controladas y adaptadas al entorno humano. El objetivo de este estudio es establecer un modelo experimental, biológicamente estandarizados, a partir de la domesticación y reproducción de ratas sinantrópicas acondicionadas en el bioterio de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (UNJBG). Los roedores sinantrópicos fueron capturados en zonas peri-domiciliarias, específicamente la especie *Rattus norvegicus* (rata parda) y *Rattus rattus* (rata negra), de ambos géneros. Durante este proceso, las ratas fueron sometidas a condiciones controladas, estandarizando parámetros ambientales como iluminación, humedad, exposición a estímulos sonoros y dieta. Para el control sanitario se realizó el análisis hematológico, se observó diferencias significativas en el conteo de leucocitos y hematíes en ratas negras en comparación con las ratas pardas, aunque dentro de los rangos normales. Los resultados mostraron que, en condiciones cautivas, el potencial reproductivo tuvo un promedio de 8 a 10 crías por camada en las variantes desarrolladas, similar a lo observado en la cepa Wistar. Las ratas hembras exhibieron una mayor viabilidad frente al macho (en la proporción de 3 a 1), desde el nacimiento hasta el destete, una buena adaptación en la adultez y vejez. En conclusión, después de 12 generaciones, los roedores sinantrópicos fueron establecidos como modelos experimentales mediante su domesticación, crianza y reproducción. Estos animales demostraron ser dóciles, altamente manipulables, prolíficos en un corto periodo y muy susceptibles, lo que los hace capaces de proporcionar respuestas experimentales fiables y efectivas.

**Palabras clave:** modelo experimental, rata, reproducción, sinantrópico, variante.

## ABSTRACT

The need to develop experimental rodent models from synanthropic rodents arises as an alternative to the costly importation and transfer of traditional strains under bioethical requirements, allowing studies under controlled conditions and adapted to the human environment. The objective of this study is to establish an experimental, biologically standardized model, based on the domestication and reproduction of synanthropic rats conditioned in the bioterium of the Jorge Basadre Grohmann National University (UNJBG). The synanthropic rodents were captured in peri-domiciliary areas, specifically the species *Rattus norvegicus* (brown rat) and *Rattus rattus* (black rat), of both genders. During this process, the rats were subjected to controlled conditions, standardizing environmental parameters such as lighting, humidity, exposure to sound stimuli and diet. For health control, hematological analysis was performed, significant differences were observed in the leukocyte and red blood cell count in black rats compared to brown rats, although within normal ranges. The results showed that, under captive conditions, the reproductive potential averaged 8 to 10 offspring per litter in the developed variants, similar to that observed in the Wistar strain. Females rats exhibited greater viability compared to males (in the ratio of 3 to 1), from birth to weaning, a good adaptation in adulthood and old age. In conclusion, after 12 generations, synanthropic rodents were established as experimental models through their domestication, breeding and reproduction. These animals proved to be docile, highly manipulable, prolific in a short period and very susceptible, making them capable of providing reliable and effective experimental responses.

**Keywords:** experimental model, rat, reproduction, synanthropic, variant.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

En el campo de la investigación preclínica, el uso de modelos animales es esencial para comprender la etiopatogenia de las enfermedades, identificar biomarcadores con valor pronóstico y/o predictivo, y examinar posibles tratamientos (Bakrania et al., 2022). La constante búsqueda de métodos innovadores impulsa el desarrollo y diseño de nuevos modelos, con un enfoque especial en el uso de ratas y ratones, que se emplean para replicar procesos patogénicos y explorar intervenciones terapéuticas de vanguardia (Hetze et al., 2021). Aunque es esencial adoptar medidas que promuevan la sustitución, reducción y refinamiento del uso de animales en la experimentación, también es fundamental obtener datos de experimentos in vivo como parte integral del desarrollo de medicamentos y otros estudios.

Entre los mamíferos utilizados como modelos experimentales, los ratones (*Mus musculus*) y las ratas (*Rattus norvegicus*) son especialmente destacados por su amplio uso en la experimentación in vivo, debido a su alta eficiencia reproductiva y corto ciclo generacional. Las ratas, en comparación con los ratones, han demostrado ser modelos más efectivos para estudiar una variedad de enfermedades humanas, incluidas las inmunológicas y genéticas, gracias a su mayor similitud fisiológica con los humanos. Los genes que son similares en ratas y humanos, pero que no están presentes en los ratones, representan áreas de interés especial para futuras investigaciones. Las ratas siguen siendo indispensables para la investigación preclínica gracias a sus características fisiológicas y la disponibilidad de datos genómicos, consolidándolas como modelos experimentales cruciales (Chenouard et al., 2021).

En Perú, el acceso a estos animales de experimentación está considerablemente limitado debido a la centralización de los centros de cría y reproducción. El bioterio, ubicado lejos de la capital, tiene un acceso limitado a estos modelos. Esto implica una inversión

considerable de tiempo y dinero, tanto en el traslado y mantenimiento constante como en la disposición de los animales destinados a la investigación. Para enfrentar las limitaciones asociadas con la importación costosa, el estudio se enfoca en adaptar roedores sinantrópicos mediante la domesticación en cautiverio, manteniendo un estricto control de alimentación, la crianza en microambientes apropiados y su reproducción a lo largo de varias generaciones con el objetivo de establecerlos como modelos experimentales.

Hay una notable falta de investigación sobre la adaptabilidad de los roedores sinantrópicos, que podrían considerarse para un uso experimental y preclínico (Reyes-Novelo et al., 2022). La captura y domesticación de estos roedores implican un proceso de adaptación al entorno humano. Por lo tanto, es necesario establecer protocolos estrictos para su reproducción y crianza, así como estandarizar la temperatura, la humedad, la iluminación y el ruido dentro de límites aceptables, con el fin de garantizar el bienestar animal y reducir las discrepancias en los parámetros fisiológicos durante los estudios in vivo (Oliveira et al., 2021).

Los resultados iniciales indican que los roedores tienen un buen potencial reproductivo y supervivencia a lo largo de varias generaciones, mostrando notable susceptibilidad, gran docilidad y facilidad de manipulación. Es posible domesticar y criar nuevas variedades de roedores con características morfométricas estandarizadas en condiciones sanitarias adecuadas, y las pruebas hematológicas controladas confirman el proceso de adaptación al cautiverio. (Kruepunga et al., 2019).

## **1.1. Planteamiento del problema**

En la investigación biológica y clínica, los modelos animales son fundamentales para estudiar diversos procesos y patologías que afectan tanto a animales como a humanos. Sin embargo, para conservar los especímenes experimentales es indispensable adquirir los modelos periódicamente. Frente a este requerimiento apremiante, el bioterio se enfrenta a la necesidad de actualizar y renovar regularmente su reserva de roedores de laboratorio.

Este proceso de renovación implica una inversión económica en la adquisición, traslado y tiempo, tanto en el mantenimiento continuo como en la disposición de los ejemplares destinados a investigaciones. Los modelos animales tradicionales, como ratones y ratas de laboratorio, requieren condiciones específicas de crianza y mantenimiento que pueden resultar costosas y poco sostenibles. Además, existen restricciones éticas y ambientales en la utilización de ciertas especies para la experimentación científica.

Por otro lado, los roedores sinantrópicos, que abundan en entornos peri domiciliarias y campos de cultivos, actualmente considerados como plagas responsables de significativas pérdidas agrícolas y económicas, presentan características biológicas y adaptativas que los convierten en candidatos potenciales para modelos experimentales (Reyes-Novelo et al., 2022). Sin embargo, la falta de investigación sobre la adaptación y reproducción de estos roedores en condiciones controladas limita su aplicación en laboratorios de investigación.

En consecuencia, se propone la siguiente interrogante: ¿Cómo desarrollar un modelo experimental fiable y accesible mediante la domesticación, crianza y reproducción controlada de roedores sinantrópicos, que permita realizar pruebas biológicas eficientes y éticamente viables?

## 1.2. Justificación

Diversos modelos animales han sido utilizados en el desarrollo de investigaciones experimentales, debido a la alta cantidad de similitudes estructurales y funcionales con el ser humano. Los modelos animales usados frecuentemente es el ratón (*Mus musculus*) y las ratas (*Rattus norvegicus*). Estos animales se caracterizan por ser genéticamente estables y reproducibles en un lapso muy corto, además, por su respuesta uniforme a estímulos químicos, biológicos y físicos (Viera & Márquez, 2020).

La investigación científica experimental utiliza modelos animales para comprender procesos biológicos y generar evidencia orientada a la optimización de la salud, los que deben de ser criados en lugares especializados denominados bioterios, los que, cumpliendo con estándares internacionales, permiten su adecuado cuidado garantizando su calidad y seguridad en su uso en las investigaciones (Reátegui, 2020).

La adaptación y reproducción de roedores sinantrópicos tiene un gran potencial biótico como modelo experimental, permitiendo utilizar su proceso de estandarización para estudios experimentales en genética, inmunología, oncología, fisiología, medicina y comportamiento. Este proceso de adaptación requiere establecer protocolos rigurosos de reproducción y crianza. Aunque el uso de animales en la investigación es controvertido, especialmente si se trata de animales silvestres en una situación indeterminada. Sin embargo, los roedores sinantrópicos, hoy considerados plagas, que invaden casi todos los rincones del mundo, se podría adaptar como una alternativa para su uso experimental, justificándose éticamente en la investigación debido a los beneficios en la búsqueda de tratamientos para la salud humana, siempre que se cumplan estrictas regulaciones que aseguren su bienestar.

La estandarización de variables ambientales en estudios con modelos experimentales se basa en la necesidad de reducir la variabilidad en parámetros bioquímicos y hematológicos, asegurar el bienestar animal y mejorar la reproducibilidad de los resultados experimentales. Al

controlar cuidadosamente factores como temperatura, humedad, iluminación y ruido, se pueden obtener datos más precisos y fiables, facilitando avances científicos significativos. (De Oliveira, 2021)

Los estudios sugieren que para garantizar la reproducibilidad y validez científica es esencial hacer el control de calidad genético en los animales de experimentación. Al asegurar que los animales son genéticamente homogéneos y mantenidos en condiciones controladas, contribuyendo así al avance del conocimiento científico y al desarrollo de aplicaciones prácticas basadas en estos estudios (Rosales & Santiago, 2018).

Los resultados de estos estudios pueden aplicarse directamente en la medicina humana, contribuyendo a salvar vidas y mejorar la calidad de vida de las personas. Por ello, es fundamental entender y validar las técnicas de manejo y cuidado de los animales en cautiverio para garantizar su bienestar (De Martinez et al., 2007).

Actualmente, existe poca comprensión sobre la adaptabilidad de los roedores silvestres en el ámbito experimental, lo que implica un desaprovechamiento de su potencial biótico para el mejoramiento genético. La información disponible se enfoca principalmente en evaluaciones basadas en características externas, limitando la selección a los animales que más se aproximan al tipo ideal de la raza. (Echeverri & Quijano, 2016).

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

- Establecer un modelo experimental mediante la domesticación, crianza y reproducción de roedores sinantrópicos para realizar pruebas biológicas.

#### ***1.3.2. Objetivos específicos***

- Describir el proceso de domesticación de roedores sinantrópicos que permita su adaptación al entorno controlado y su manejo en condiciones de laboratorio.
- Establecer las condiciones adecuadas para la crianza de los roedores sinantrópicos en cautiverio, garantizando la sostenibilidad de su población en laboratorio.
- Determinar el potencial reproductivo para garantizar una alta tasa de éxito proliferativo y la salud de las crías durante las generaciones.
- Describir las características biológicas y comportamentales de los roedores sinantrópicos que los hacen adecuados como modelos experimentales.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Roedores

El orden Rodentia conforma el grupo más numeroso y extendido dentro de los mamíferos vivos, con 34 familias y 2 280 especies. Encuentra a sus máximos exponentes en tres especies: *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1789), *Mus musculus* (Linnaeus, 1758) y *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758); (Figura 1), Estas criaturas demuestran habilidad para sobrevivir cerca de los humanos y se benefician de la expansión territorial humana, lo que les permite habitar casi todas las regiones del planeta, excepto la Antártida y algunas áreas específicas de Oceanía. (Coto, 2015).

**Figura 1**

*Máximos exponentes de roedores sinantrópicos*



*Nota:* adaptado de *Public Health Madison & Dane County*. Ratones y ratas, por Quirós, T. Y. (1974).

Las ratas silvestres crean comunidades en las que las hembras, comúnmente emparentadas, forman grupos pequeños que constan de 1 a 6 individuos en su propio sistema de madrigueras. Cada hembra tiene su propia guarida, pero de vez en cuando comparten la madriguera y crían a sus crías juntas, lo que es conocido como anidación comunitaria. Después de ser destetadas, los machos jóvenes se dispersan.

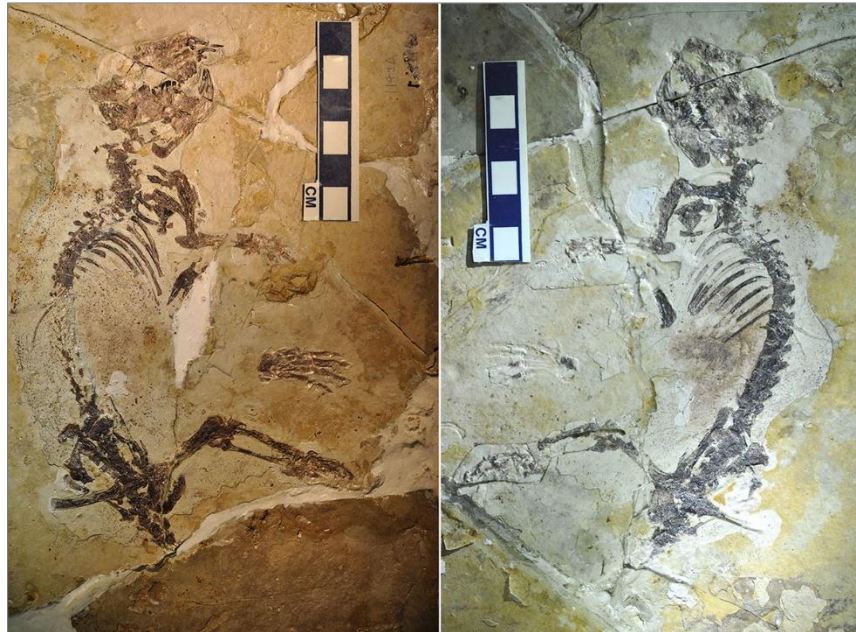
En entornos de baja densidad, un macho de rata toma control de una madriguera compartida con hembras, protegiendo su territorio y apareándose exclusivamente con las hembras del grupo, en un sistema de apareamiento poligínico. En densidades altas, la defensa de la madriguera se vuelve impracticable, dando lugar a un sistema social despótico donde un macho dominante se aparea con hembras en celo secuencialmente, en un sistema de apareamiento poliginandro. Las ratas noruegas en densidades altas exhiben este comportamiento despótico y poliginandro. (Borroto-Páez & Mancina, 2011).

### **2.1.1. Historia**

Los fósiles más antiguos conocidos del antecesor de las ratas modernas han sido desenterrados en China. Se cree que tienen una antigüedad de 160 millones de años, datando del período Jurásico. Estos antecesores, grupo de los multituberculados, vivieron durante unos 100 millones de años en la era de los dinosaurios antes de que los roedores modernos predominasen. El último fósil fue hallado en la formación Jurásica de Tiaojishan, en el este de China. El fósil denominado *Rugosodon eurasiaticus* está en losas de pizarra: una parte principal (a la izquierda) y una contraparte (a la derecha). Mide aproximadamente 17 cm de longitud desde la cabeza hasta la cola y se estima que su peso era de 80 gramos (Figura 2). Los sedimentos en el sitio de descubrimiento provienen de antiguos lagos con capas intercaladas de origen volcánico. Las características dentales de *Rugosodon eurasiaticus* se asemejan a las de algunos mamíferos multituberculados del jurásico tardío en Europa Occidental, lo que sugiere un amplio intercambio de fauna de mamíferos entre Europa y Asia durante el Jurásico (C.-Xi Yuan et al., 2013).

## Figura 2

*El ancestro del árbol genealógico de los roedores*



*Nota:* Adaptado de *Science* (p. 779 – 783). El fósil de *Rugosodon eurasiaticus*, por C.-Xi Yuan et al., (2013).

Los roedores auténticos surgieron en Asia hace aproximadamente 54 millones de años, durante finales del Paleoceno y principios del Eoceno. Se cree que evolucionaron de ancestros similares a los anagálidos, que también dieron origen a los Lagomorpha, como los conejos. Su primera aparición en el registro fósil ocurrió tanto en Asia como en América del Norte (Meng et al., 1994).

Los múridos (Muridae), la familia de la cual surgieron las ratas, ratones domésticos, hámsteres, topillos y jerbos noruegos actuales, hicieron su primera aparición a finales del Eoceno, aproximadamente hace 34 millones de años. Los múridos modernos experimentaron su evolución durante el Mioceno, que abarcó desde hace 23,8 hasta 5 millones de años, y se expandieron durante el Plioceno, que tuvo lugar entre 5,3 y 1,8 millones de años atrás (Furano & Usdin, 1995).

### 2.1.2. Clasificación desde el punto de vista taxonómico de los roedores

**Reino: Animalia**

Filo: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Rodentia

Familia: Muridae

Subfamilia Murinae

Suborden: Myomorpha

Género: *Rattus*

Especie: *Rattus norvergicus*  
(Berkenhout, 1769)

El género *Rattus* forma parte de los más de 140 géneros pertenecientes a la familia Muridae, que es la familia de mamíferos más grande dentro del orden de los roedores, el cual es el más abundante entre los mamíferos. Con más de 2 200 especies de roedores, las especies del género *Rattus* constituyen el 2,54% del total del orden Rodentia. Sin embargo, no todas las especies comúnmente denominadas ratas pertenecen al género *Rattus*. (Cagliada et al., 2021).

**Reino: Animalia**

Filo: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Rodentia

Familia: Muridae

Subfamilia Murinae

Suborden: Myomorpha

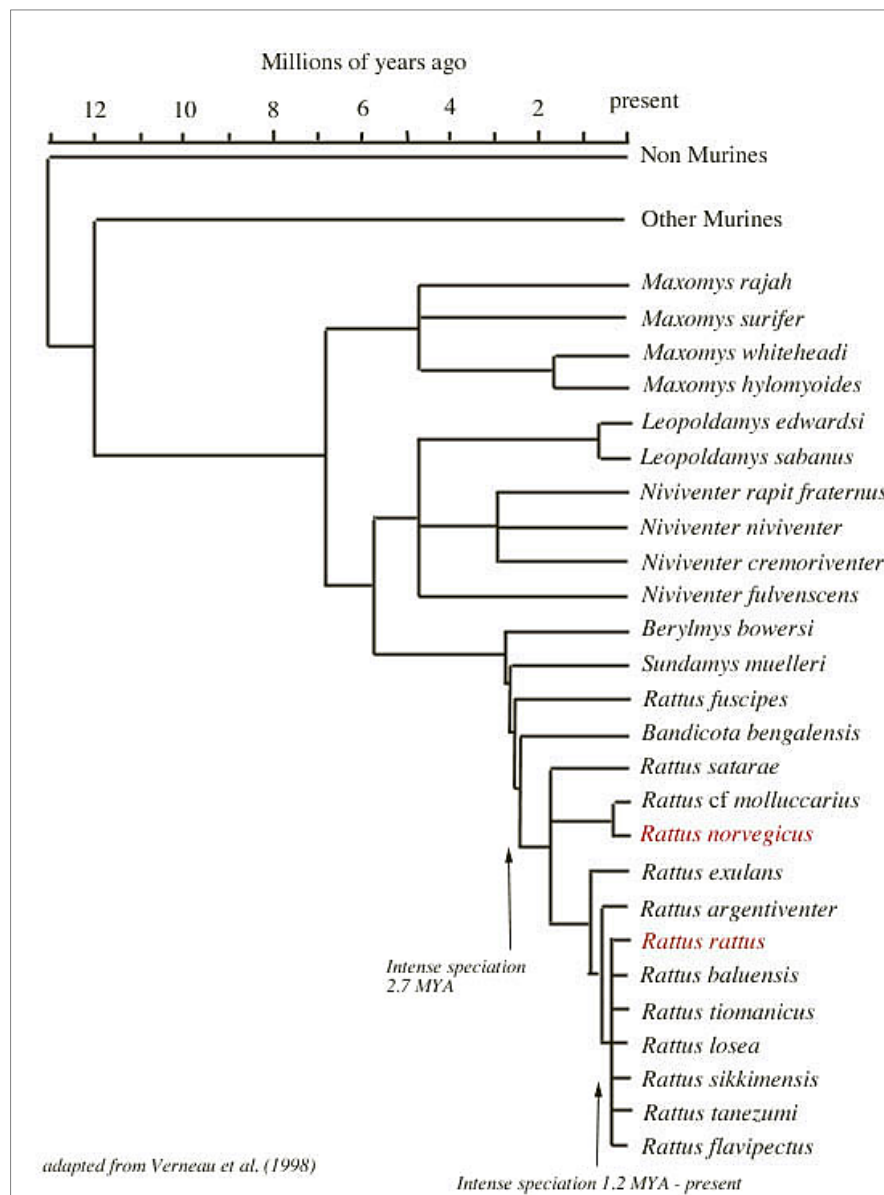
Género: *Rattus*

Especie: *Rattus rattus*  
(Linnaeus, 1758)

El género *Rattus* se originó hace aproximadamente entre 3,5 y 5-6 millones de años en la familia Muridae. Sus orígenes se remontan a las regiones mediterráneas, el Medio Oriente, India, China, Japón y el sudeste asiático, incluyendo Filipinas, Nueva Guinea y Australia. Experimentó dos períodos de intensa especiación, uno hace aproximadamente 2,7 millones de años y otro que comenzó hace unos 1,2 millones de años (Krinke et al., 2000) (Verneau et al., 1998).

**Figura 3**

*El árbol genealógico de los roedores*



*Nota: Adaptado de Journal of Molecular Evolution (p. 45). La filogenia del Rattus, por Verneau et al., (1998).*

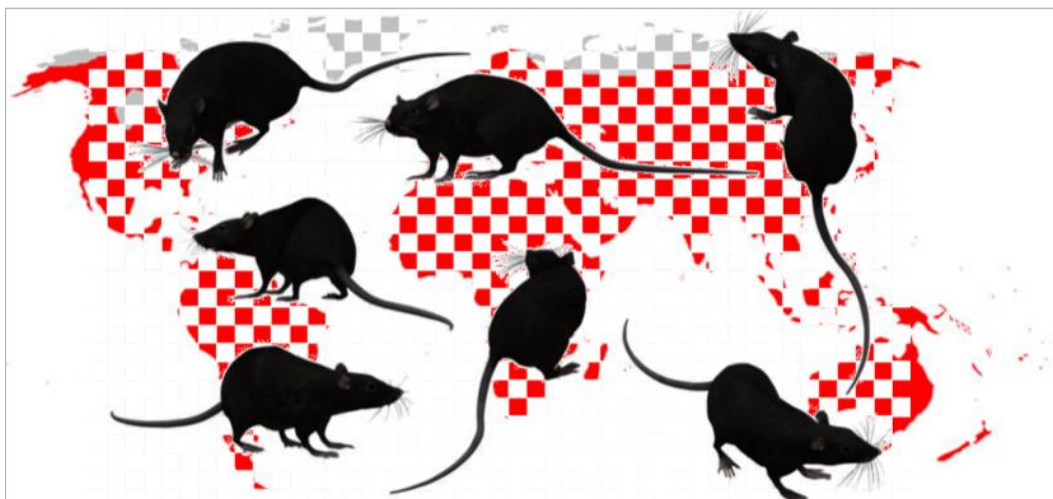
### **2.1.3. Antecedentes de ratas urbanas**

Los roedores sinantrópicos en general han venido proliferando los primeros criaderos en las zonas peridomiciliarias y en el campo de cultivos (Novelo-Reyes et al., 2022). La distribución cosmopolita de los roedores compone el grupo de mamíferos más numerosos,

dentro del cual encontramos al ratón casero, la rata parda y la rata negra, originarias de Asia y Europa (Figura 4).

#### **Figura 4**

*Distribución de las ratas en el mundo*



*Nota:* Adaptado de *Journal of Urban Ecology* por McDonnell (2015).

En la actualidad, casi todas las ratas pardas salvajes son sinantrópicas, lo que significa que viven en estrecha asociación con los humanos, comiendo nuestras sobras y utilizando las estructuras humanas como refugio. La relación entre ratas y humanos es de comensalismo, palabra derivada del término latino “commensal”, que significa “comer en la misma mesa”.

Las especies más frecuentes en entornos urbanos son *Rattus rattus* “rata negra” y *Rattus norvegicus* “rata parda”. Aunque estas dos especies de ratas son muy similares, presentan algunas diferencias morfológicas y de comportamiento. La rata parda presenta el cuerpo grande y robusto, mientras que la “rata negra” tiene el cuerpo alargado y esbelto. La principal diferencia en sus hábitos es que *Rattus rattus* prefiere habitar en las partes altas de las casas, graneros y buhardillas, mientras que *Rattus norvegicus* se encuentra más a gusto en los subsuelos de los edificios, bodegas húmedas de navíos, galerías subterráneas, alcantarillas, pozos y orillas de ríos (Palomo et al., 2007).

*Rattus norvegicus*, conocida como la “rata noruega”, fue la primera especie de mamífero domesticada con fines científicos. Su crianza para experimentación comenzó en Alemania en 1877, extendiéndose luego a Francia, Inglaterra y Estados Unidos alrededor de 1890. Henry H. Donaldson, fisiólogo estadounidense, fue fundamental en su estandarización y promoción para investigaciones. En 1915, publicó un informe detallado sobre la biología de la rata noruega, estableciéndola como estándar en estudios comparativos. Donaldson destacó las similitudes biológicas entre las ratas y los humanos, priorizándolas para investigaciones biomédicas, especialmente por su fácil manejo y tamaño adecuado para cirugías experimentales (Cagliada, 2021).

Las ratas domésticas difieren fisiológica y psicológicamente de sus parientes salvajes. Con una buena alimentación, desparasitación y visitas regulares al veterinario especializado en animales exóticos, no presentan mayores riesgos para la salud que otras mascotas comunes. A diferencia de las ratas salvajes, que pueden introducir patógenos como la salmonela en el hogar, las ratas pardas domésticas no son consideradas una amenaza. Además, las ratas de compañía están expuestas a diferentes riesgos de salud, lo que reduce su posibilidad de contraer muchas de las enfermedades comunes en las ratas salvajes.

## **2.2. *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769)**

### **2.2.1. *Características biológicas***

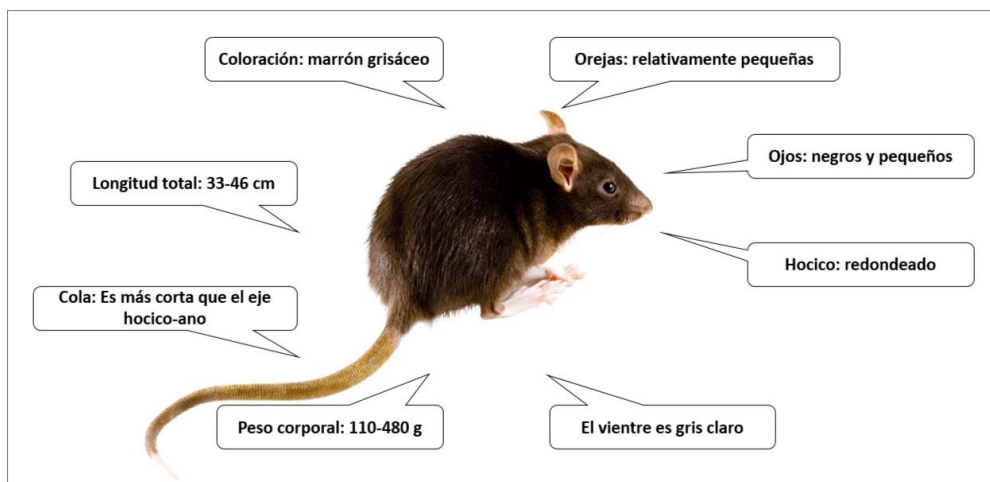
- Descripción

La rata parda (*Rattus norvegicus*), es significativamente más grande que la rata negra (*Rattus rattus*). Tiene un hocico redondeado, ojos más pequeños y orejas que no alcanzan el borde del ojo cuando se estiran. Las medidas de ejemplares silvestres son: cuerpo 172-262 mm, cola 149-222 mm, pata 37-46 mm, oreja 16-22 mm, y peso 180-415 g. (Palomo et al., 2007). En ambientes sinantropicos, estos animales son más grandes y las hembras ligeramente más

pequeñas que los machos. Los juveniles son de color gris oscuro homogéneo, mientras que los adultos tienen una coloración dorsal gris pardusca y el vientre de amarillento a gris sucio. Se distingue fácilmente de *Rattus rattus* por su color y la cola, que es más corta que el cuerpo (Figura 5). Las hembras tienen seis pares de mamas, un cráneo más estrecho con crestas poco marcadas y una mandíbula con una hendidura posterior ovalada. Su fórmula dentaria es 1.0.0.3/1.0.0.3.

**Figura 5**

*Rata de alcantarilla o desagüe*



*Nota:* Adaptado del Instituto de ecología. *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769)

### 2.2.2. Características ecológicas

- Hábitat

La rata noruega es un roedor exclusivamente comensal que se encuentra en entornos urbanos y rurales, siempre cerca de la presencia humana. Prefiere hábitats a nivel del suelo, especialmente húmedos o cercanos al agua, como los márgenes de corrientes de agua lenta o cuerpos de agua con vegetación abundante. En áreas urbanas, suele habitar sistemas de alcantarillado y pluviales. En estado salvaje, se establece cerca de cultivos de regadío y arrozales. Su mayor concentración se da en ecosistemas urbanos, periurbanos y áreas rurales asociadas a la actividad agrícola (Villa, 1982).

- Comportamiento de cobijar

La rata noruega construye madrigueras subterráneas con una entrada inclinada que lleva a un túnel principal a unos 45 centímetros de profundidad. El túnel principal es lo suficientemente amplio para una sola rata, con alrededor de 30 centímetros de longitud y 8 centímetros de diámetro. Puede tener bifurcaciones en dos túneles adicionales o una cámara central grande que puede albergar de 4 a 8 ratas, con un área para dormir o criar camadas. Un segundo túnel conecta esta cámara con el exterior. Estas madrigueras suelen estar cerca de fuentes de alimentación y se encuentran principalmente en exteriores. (Polop et al., 2003).

- Área de acción

Áreas urbanas: con abundancia de recursos, el área de acción de la especie promedia un diámetro de 20 metros (Villafañe, 2008).

Áreas periurbanas y rurales: la rata noruega puede extenderse hasta los 30-50 metros, y en situaciones de escasez de recursos, se han observado áreas más amplias con movimientos de hasta 100 metros. En granjas avícolas, la distancia promedio entre puntos de localización fue de 33,70 metros. En tierras cultivadas, su área de acción alcanzó los 65 metros, con movimientos extremos que no superaron los 100 metros (Stroud, 1982).

- Patrón social

La rata noruega vive en grupos familiares o territoriales liderados por un macho y alrededor de cinco o seis hembras, con subadultos y crías. Cada grupo tiene su propia madriguera y territorio exclusivo. La estructura social incluye un macho dominante, seguido por machos subordinados y hembras en edad reproductiva que se someten al macho principal, pero dominan al resto del grupo. Los machos son territoriales y defienden la madriguera y el territorio activamente. Las colonias se forman mediante la agregación de varios de estos grupos familiares (Yabet, 1979).

## 2.3. *Rattus rattus* (Linnaeus, C. V., 1758)

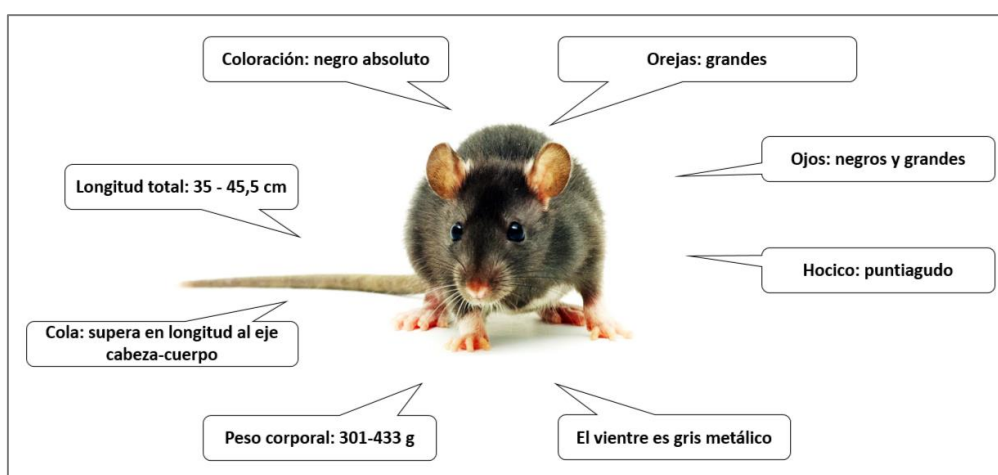
### 2.3.1. Características biológicas

- Descripción

La rata negra (*Rattus rattus*), es un múrido con cuerpo alargado, hocico puntiagudo y largas orejas que alcanzan el borde del ojo al estirarse. En los ejemplares silvestres, las medidas de adultos son: cuerpo 158-232 mm, cola 181-247 mm, pata 31-39,5 mm, oreja 20-26,5 mm, y peso 87-278 g. Las hembras son ligeramente más pequeñas que los machos. Los adultos tienen una coloración dorsal muy oscura que varía del gris oscuro al pardo rojizo, y el vientre es más claro, de gris a blanco amarillento. La línea de separación de los colores es visible, pero no bien definida. Se distingue de la rata parda (*Rattus norvegicus*) por su color y la cola, que es más larga que el cuerpo (Figura 6). Las hembras tienen cinco pares de mamas. El cráneo es más corto y ovalado que el de *R. norvegicus*, con arcos zigomáticos menos sobresalientes y crestas curvas. La mandíbula tiene una hendidura posterior con una zona angular más corta. Su fórmula dentaria es 1.0.0.3/1.0.0.3 (Palomo et al., 2007).

**Figura 6**

*Rata de tejado o de campo*



*Nota:* Adaptado del Instituto de ecología. *Rattus rattus* (Linnaeus, C. V., 1758)

### 2.3.2. Características ecológicas

- Hábitat

La rata del campo ocupa una variedad de hábitats, desde zonas de matorral hasta huertos y plantaciones de frutas. En áreas urbanas y periurbanas, se encuentra principalmente en estratos elevados, lejos del suelo. Aunque no excava madrigueras, utiliza orificios naturales y lugares con desechos para construir nidos o refugios con hojas y ramas secas. Es hábil para trepar y prefiere las partes superiores de los árboles, siendo capaz de caminar por ramas delgadas y cables eléctricos (Jacob, 2003).

- Comportamiento de cobijar

Mientras que la rata noruega (*Rattus norvegicus*) prefiere construir sus nidos bajo tierra, la rata negra (*Rattus rattus*) muestra una tendencia a construir en lugares elevados, como copas de árboles, paredes y entretechos. Los nidos son esféricos y se construyen con diversos materiales como bolsas plásticas, papel y telas. La rata negra demuestra flexibilidad en la ubicación, forma y materiales de los nidos (Feng, 2014).

- Área de acción

La rata negra (*Rattus rattus*) muestra una mayor extensión y variabilidad en su área de acción en comparación con la rata noruega. Su rango puede ir desde 15 hasta 185 metros de distancia, e incluso superar las diez hectáreas en entornos forestales, aunque estos valores podrían no ser sostenibles energéticamente para su supervivencia. En áreas urbanas, los movimientos regulares de los adultos rara vez superan los 100 metros. Sin embargo, al igual que la rata noruega, su frecuencia de movimiento es mínima cuando los recursos son estables (Kalinin, 1994).

- Patrón social

Igual que *Rattus norvegicus*, esta especie demuestra comportamiento territorial, pero a diferencia de ella, la formación de estructuras sociales jerárquicas no está limitada a los

machos; también involucra a las hembras. Para estas últimas, superar con éxito situaciones de conflicto significa alcanzar posiciones dominantes dentro del grupo. En general, la especie tiende a constituir grupos jerarquizados, donde un macho adulto y dos o tres hembras dominantes lideran, y el resto de los machos y hembras en el clan se subordinan a ellos (Ylönen, 2002).

## 2.4. Domesticación

El descubrimiento de la domesticación, junto con el de la agricultura, es considerado como uno de los más grandes avances de la humanidad. Gracias a él, las bases de la economía humana sufrieron una transformación fundamental. Este fenómeno, en efecto, marcó el paso de una economía puramente depredadora y consumidora de especies salvajes a una economía de producción, que modificó profundamente las formas de vida de las comunidades que la descubrieron o aceptaron (Altuna, 1980).

La ubicación de la domesticación se clasifica dentro de las formas de interacción entre seres vivos, derivando de ello beneficios o perjuicios para una o ambas especies. Se pudo clasificar dentro de las opciones proporcionadas en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Formas de interacción entre seres vivos*

| Especie A | Especie B | Interacción  |
|-----------|-----------|--------------|
| +         | +         | Simbiosis    |
| +         | -         | Depredación  |
| +         | -         | Parasitismo  |
| +         | -         | Comensalismo |
| -         | -         | Amensalismo  |
| -         | -         | Competencia  |
| .         | .         | Neutralismo  |

*Nota:* (+) beneficio, (-) perjuicio, (.) neutro.

Según lo señalado por (Azúa, 1996), la domesticación se ubica dentro de categorías como simbiosis, depredación, parasitismo o comensalismo. Sin embargo, la domesticación es una interacción en donde ambas especies se benefician, por lo que se considera un tipo de simbiosis. La adaptación de un animal silvestre en doméstico no es sencilla, y menos lo fue para hombres que carecían de datos sobre la forma en que realizaba el proceso.

Las especies domésticas de cánidos, antes de serlo, pasaron por niveles en los que, paulatinamente, el género humano controló su ambiente, alimento, reproducción. Primero los animales perdieron su libertad en movimiento, aunque su reproducción y alimentación todavía eran naturales; en pocas palabras, el hombre aún no lograba controlar su alimentación ni las características genéticas de su descendencia.

## 2.5. Valor adaptativo de la domesticación

La domesticación desarrollada en roedores sinantrópicos, representa una forma de interacción entre el ser humano y otras especies, con ello se logra conocer de sobra su facilidad de manejo y reproducción en cautiverio. La ubicación de la domesticación se clasifica dentro de las formas de interacción entre seres vivos, derivando de ello beneficios o perjuicios para una o ambas especies.

**Tabla 2**

*Ubicación de la domesticación.*

| Especie A | Especie B | Interacción  |
|-----------|-----------|--------------|
| +         | +         | Simbiosis    |
| +         | -         | Depredación  |
| +         | -         | Parasitismo  |
| +         | -         | Comensalismo |
| -         | -         | Amensalismo  |
| -         | -         | Competencia  |
| .         | .         | Neutralismo  |

*Nota:* (+) beneficio, (-) perjuicio, (.) neutro.

Según lo señalado por (Azúa, 1996), la domesticación se ubica dentro de categorías como simbiosis, depredación, parasitismo o comensalismo (Tabla 2). Sin embargo, en el estudio se determinó que la domesticación es una interacción en donde ambas especies se benefician, por lo que se consideró un tipo de simbiosis.

**Tabla 3**

*La domesticación como una interacción simbiótica*

| Animal                      | Condición dominante en la relación |        | Tipo de relación |
|-----------------------------|------------------------------------|--------|------------------|
|                             | Animal                             | Hombre |                  |
| <b>León en zoológico</b>    | +                                  | -      | Depredación      |
| <b>Gorrión doméstico</b>    | +                                  | .      | Comensalismo     |
| <b>Monos en zoológico</b>   | -                                  | .      | Amensalismo      |
| <b>Animales del acuario</b> | +                                  | .      | Comensalismo     |
| <b>Animales del acuario</b> | .                                  | .      | Neutralismo      |
| <b>Rata doméstica</b>       | +                                  | .      | Comensalismo     |
| <b>Rata doméstica</b>       | -                                  | -      | Competencia      |

*Nota:* (+) beneficio, (-) perjuicio, (.) neutro.

En los estudios de la domesticación con los especímenes (Tabla 3), se examinan las interacciones entre las personas y los animales en ambientes artificiales o de cautiverio, observando cómo algunas especies lograron cumplir su ciclo vital.

**Tabla 4**

*La condición dominante en la relación*

| Animal                  | Condición dominante en la relación |        | Tipo de relación |
|-------------------------|------------------------------------|--------|------------------|
|                         | Animal                             | Hombre |                  |
| <b>Perro</b>            | +                                  | +      | Simbiosis        |
| <b>Gato</b>             | +                                  | +      | Simbiosis        |
| <b>Caballo</b>          | +                                  | +      | Simbiosis        |
| <b>Aves de corral</b>   | -                                  | +      | Depredación      |
| <b>Cerdos de corral</b> | -                                  | +      | Depredación      |

*Nota:* (+) beneficio, (-) perjuicio.

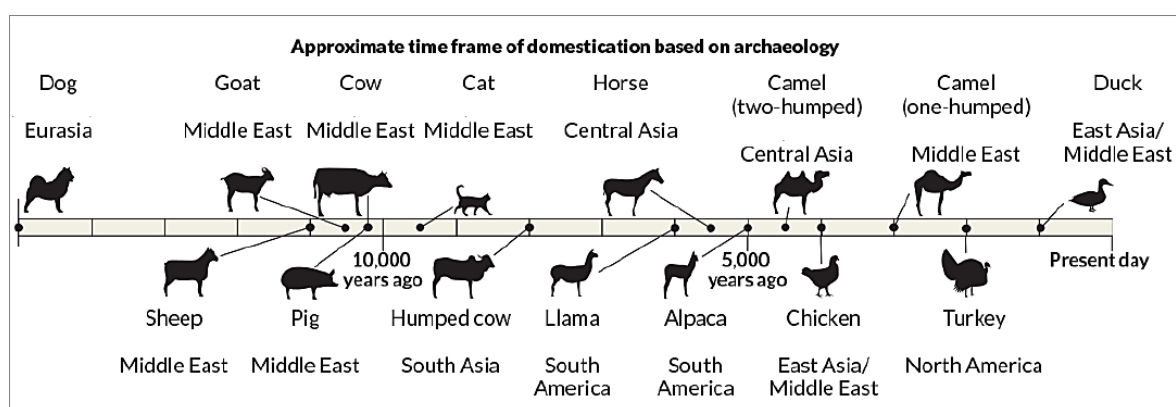
Según investigaciones sobre domesticación, las interacciones cotidianas entre humanos y animales domésticos en la actualidad sugieren que los humanos obtienen beneficios de esta relación, El estudio realizado por (Grandin et al., 1998), los roedores inicialmente se asociaron con los humanos como comensales antes de ser domesticados de manera activa. Esta experiencia influyó en su comportamiento a través del aprendizaje o cambios en la reactividad del sistema nervioso, destacando que las condiciones ambientales desempeñan un papel crucial en el desarrollo del sistema nervioso en animales jóvenes.

### 2.5.1. Cronología

El primer animal domesticado, entre el 14000 y el 12000 a.C. ha sido el perro (*Canis familiaris*), probablemente debido a varias causas, entre las principales está el espontáneo acercamiento a los campamentos humanos en busca de alimento, la atracción ejercida por los cachorros entre los adolescentes y las mujeres y, en fin, la utilidad que revisten como animales de caza, además de compañía (Mattiello, 1998).

**Figura 7**

*Cronología de la domesticación animal*



*Nota:* Adaptado de El proceso de domesticación, por Mattiello (1998)

La domesticación de animales salvajes como modelos experimentales es un proceso complejo (Figura 7). La domesticación de animales para su uso como modelos experimentales

ha sido fundamental para avanzar en nuestra comprensión de una amplia variedad de enfermedades, procesos fisiológicos y comportamientos. Sin embargo, es importante recordar la responsabilidad ética que conlleva el uso de animales en la investigación.

La rata sinantrópica no se diferencia lo suficiente de la rata salvaje como para justificar una subespecie distinta, a diferencia del perro, que se considera una subespecie del lobo. Sin embargo, hay diferencias notables que las distinguen, siendo la más evidente la coloración. Aunque las mutaciones de color pueden ocurrir en la naturaleza, son raras. La mayoría de las *Rattus norvegicus* salvajes son de un color marrón oscuro, conocido como agutí, mientras que las ratas domésticas pueden tener una variedad de colores que van desde el blanco hasta el canela o azul, derivados del agutí (alelo AA) y el negro (aa).

### **2.5.2. Indicios en la domesticación**

Las ratas cautivas tuvieron un rol en los siglos XVIII y XIX en Europa. En épocas de escasez de alimentos, se cazaban y utilizaban como fuente de comida. Cazadores especializados eran contratados para eliminar y capturar ratas, tanto para eventos de entretenimiento como peleas y carreras. Estos cazadores también se encargaban de capturar y mantener en cautiverio ratas salvajes en jaulas (Matthews, 2022).

Durante el siglo XIX, es posible que las ratas noruegas albinas, negras y encapuchadas de origen natural hayan sido capturadas o elegidas selectivamente de camadas de ratas cautivas debido a sus características visuales distintivas. Las ratas albinas silvestres de origen natural fueron mencionadas por primera vez en Europa en 1553 por Castle (1947).

### **2.5.3. Temperamento**

La selección basada en la tranquilidad impacta en la química hormonal, la fisiología y el desarrollo, generando cambios significativos, incluyendo alteraciones en el color del pelaje. En específico, la calma y docilidad se vinculan con la tonalidad negra del pelaje (Keeler, 1942) y la presencia de manchas blancas en el mismo (Trut et al., 1997). En consecuencia, el proceso

de domesticación posiblemente ha aumentado la prevalencia de ratas con pelaje negro y encapuchado en la población de ratas domesticadas.

#### **2.5.4. *El proceso de domesticación***

La domesticación implica un cambio en el temperamento de los animales salvajes, pasando de ser reactivos y salvajes a dóciles y domésticos. Esto facilita su manejo y aumenta su productividad en comparación con aquellos que son más reactivos e intratables. Los animales salvajes que viven cerca de los humanos pueden desarrollar una menor reactividad hacia ellos, beneficiándose de los desechos que estos proporcionan. Esta cercanía podría facilitar su domesticación en el futuro, como en el caso de los perros, que podrían descender de lobos que se alimentaban de desechos humanos y desarrollaron una menor reactividad con el tiempo (Coppinger & Coppinger, 2001).

- Selección natural en cautiverio

Después de que los animales salvajes son capturados y se encuentran en cautiverio, aquellos que experimentan más estrés y reactividad pueden enfrentar la posibilidad de morir o no lograr reproducirse, lo que resulta en la ausencia de descendencia. En cambio, los animales que muestran menor nivel de estrés y reactividad tienen mayores probabilidades de sobrevivir y reproducirse en un entorno de cautiverio. De esta manera, a través del proceso de selección natural, las generaciones subsiguientes presentan un porcentaje más alto de individuos con temperamento dócil en comparación con el grupo original en cautiverio.

- Selección artificial para la docilidad

Los humanos desempeñan un papel importante en el cambio de temperamento al elegir criar solo los animales más tranquilos y dóciles.

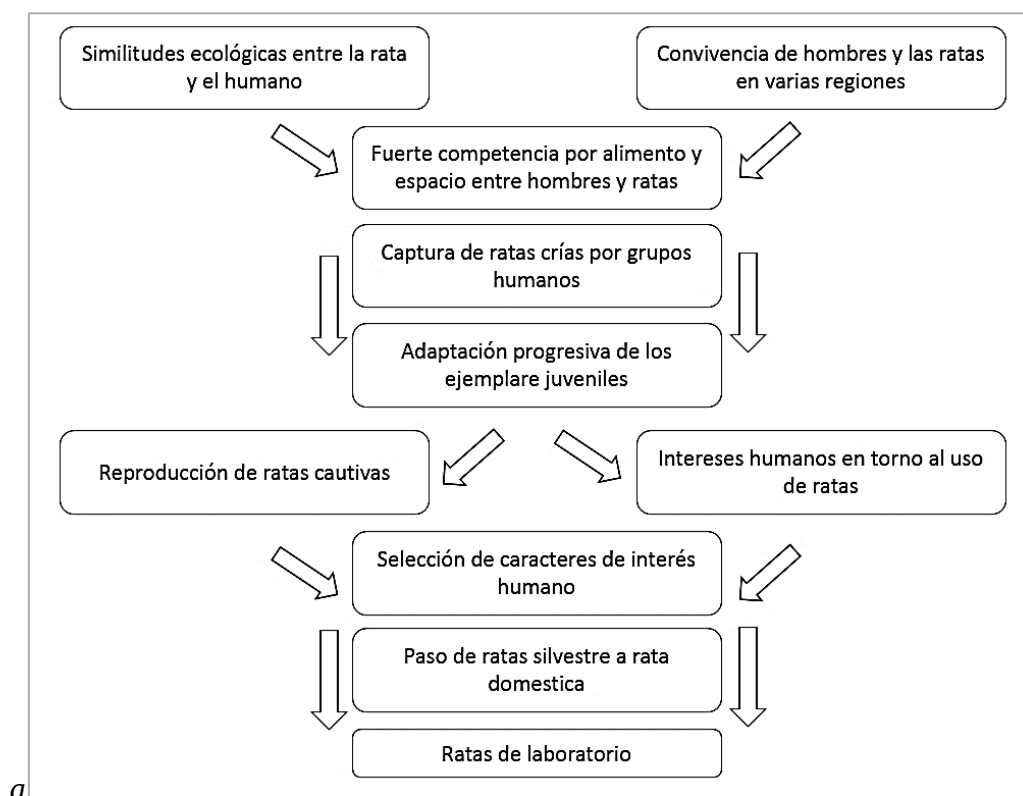
- Domesticación de individuos

Durante la vida del individuo, los animales jóvenes socializados con los humanos se sienten menos estresados por la presencia humana. Fisiológicamente, las glándulas

suprarrenales de las ratas manipuladas cuando son jóvenes responden menos al estrés (Levine et al, 1967). La selección y la domesticación interactúan en este proceso. A medida que pasan las generaciones, la capacidad de los animales para ser domesticados aumenta, es decir, su potencial para ser dóciles. La realización de este potencial de mansedumbre en un animal está condicionada por su interacción y experiencia con los humanos.

**Figura 8**

*El proceso de domesticación de roedores*



*Nota:* Adaptado de *La domesticación animal*, por Valadez (2003)

Es importante distinguir entre "reactividad reducida con el medio ambiente" y "domesticar" no son lo mismo. Es posible domesticar animales salvajes jóvenes manipulándolos con frecuencia. Este tipo de manipulación reduce en gran medida su agresión hacia los humanos, pero tiene poco efecto sobre la timidez en situaciones nuevas y otros comportamientos típicos de las ratas salvajes (Galef, 1970). Los animales salvajes acostumbrados a la presencia de humanos pueden seguir siendo muy reactivos a nuevos

estímulos en su entorno, como ruidos fuertes, movimientos repentinos y objetos nuevos (Grandin et al., 1995). Por lo tanto, un animal salvaje domesticado puede ser muy diferente de uno verdaderamente doméstico.

## **2.6. Crianza**

Las ratas silvestres generalmente tienen una esperanza de vida media de alrededor de un año. Aproximadamente el 95% de una población de ratas silvestres experimenta mortalidad, lo que implica que solo el 5% de las ratas permanecen vivas después de transcurridos 12 meses. Los reportes señalan que se examinó 1.036 ratas silvestres, la rata más longeva vivió hasta las 70 semanas, equivalente a 1 año y 4 meses. En entornos urbanos, las probabilidades de sobrevivir un año parecen ser incluso menores al 5% (Jackson, 1982).

Es importante tener en cuenta que la "vida útil promedio" mencionada no representa situaciones extremas. Según Whitaker (1980), hay informes de que algunas ratas salvajes tienen una corta esperanza de vida, con la mayoría no viviendo más allá de su primer año. Aunque hay informes de que algunas pueden vivir hasta tres años, estos casos son raros. Un estudio de dos años realizado por Calhoun en 1963 observó ratas salvajes en un recinto protegido, proporcionándoles alimentos y agua regularmente. A pesar de estas condiciones favorables, la mayoría de las ratas no sobrevivieron más allá de un año.

La esperanza de vida de los roedores de vida silvestres es limitada por factores de alimento, pareja y depredadores. En cambio, aquellos en cautiverio logran alcanzar una vida más prolongada, que oscila entre los 2 y 5 años, y en algunos casos excepcionales, hasta 10 años, aunque estas instancias son poco comunes. Esto se logra mediante el mantenimiento de condiciones sanitarias óptimas y un estricto monitoreo de su peso y otros signos vitales durante todo el período de cautiverio (Tabla 5).

**Tabla 5***Esperanza de vida y peso de los animales en cautiverio*

| <b>Esperanza de vida</b>         |                |
|----------------------------------|----------------|
| <b>Cautiverio</b>                | 2-3,5 años     |
| <b>Silvestre</b>                 | <1 año         |
| <b>Peso</b>                      |                |
| <b>Nacimiento</b>                | 5-6 gramos     |
| <b>Destete</b>                   | 30-55 gramos   |
| <b>Pubertad</b>                  | 150-200 gramos |
| <b>A las 12 semanas: machos</b>  | 200-400 gramos |
| <b>A las 12 semanas: hembras</b> | 150-270 gramos |
| <b>Adulto: machos</b>            | 300-800 gramos |
| <b>Adulto: hembras</b>           | 250-400 gramos |

En el estudio de Calhoun (1963), las curvas de supervivencia de machos y hembras eran diferentes. Aproximadamente la mitad de las ratas macho fallecieron a los 300 días (equivalentes a 10 meses), y el 95% de ellas sucumbió alrededor de los 550 días (18,3 meses). La rata macho más longeva alcanzó los 610 días (20,3 meses). En cambio, las ratas hembras experimentaron una menor mortalidad, con un 70% aún vivas a los 500 días (16,7 meses). No obstante, después de este punto, las hembras mostraron un declive más rápido en su supervivencia: solo el 50% llegó a los 550 días (18,3 meses), y el 95% había fallecido a los 650 días (21,7 meses). La hembra de mayor edad vivió alrededor de 660 días (22 meses) (Borras, 2014).

#### **2.6.1. Macroambiente**

Es crucial mantener una temperatura de 22 +/- 2 °C y una humedad del 50% al 60% para el bienestar de las ratas de laboratorio. La falta de humedad junto con altas temperaturas puede causar problemas como la cola anillada y complicaciones en el oído medio. La ventilación adecuada, entre 10 y 15 cambios de aire por hora, es esencial para evitar la toxicidad del amoníaco, irritante para las vías respiratorias de las ratas. Además, las ratas son sensibles a

partículas irritantes como el aserrín y pueden sufrir daños por la exposición a gases como el amoníaco. La iluminación también es importante, pero una luz excesivamente intensa, especialmente la luz LED azul, puede causar problemas de salud y afectar la reproducción y el comportamiento de las ratas. (Zúñiga et al., 2015).

### **2.6.2. Microambiente**

Las jaulas o cajas pueden estar hechos de diferentes materiales como plástico, policarbonato, polipropileno o metal, con tapas de rejilla de acero inoxidable (Velasco & Valdivia, 2022). Los adultos, que pesan alrededor de 300 gramos, necesitan aproximadamente 250 cm<sup>2</sup> de espacio, mientras que las hembras lactantes requieren al menos 1000 cm<sup>2</sup> para su camada. Es importante notar que las ratas no tienen glándulas sudoríparas, aunque tienen algunas en sus almohadillas plantares. La cola es la principal forma de perder calor, pero en ambientes muy calurosos y apretados, su sistema de regulación puede fallar, en cuyo caso las ratas pueden salivar en exceso y cubrirse con saliva para enfriarse, un fenómeno conocido como "pelaje mojado". Se aconseja alojarlas juntas, salvo en casos específicos de estudio. La limpieza de la jaula se hace según sea necesario, usualmente 2 a 3 veces por semana, para evitar el estrés de una limpieza excesiva y mantener a los animales limpios y secos (Resasco, 2018).

### **2.6.3. Alimentación**

- Hábitos alimentarios en *Rattus rattus*

*Rattus rattus* es omnívoro, aunque tiende más hacia una dieta herbívora en comparación con *Rattus norvegicus*. Prefiere consumir brotes, raíces, hojas, semillas y frutos, especialmente en entornos naturales. Es más efectivo como depredador que su congénere, mostrando una eficacia superior al invadir ecosistemas naturales, lo que puede llevar a la reducción e incluso la extinción de especies locales y afectar sus parámetros reproductivos. Las ratas pueden haber contribuido a la desaparición del *soricomorfo Nesophontes micrus* y las dos especies de

roedores equímidos del género *Boromys* (*B. offella* y *B. torrei*) que deben haber existido a la llegada de los españoles y que eran de talla similar o menor que las ratas (Rodríguez, 2001).

- Hábitos alimentarios de *Rattus norvegicus*

*Rattus norvegicus* es conocido por su diversidad en la alimentación, siendo consumidores generalistas y oportunistas que se adaptan a la disponibilidad de alimentos en su entorno. En áreas urbanas, se alimentan principalmente de residuos humanos, mientras que en áreas no urbanas consumen frutas, hortalizas, cereales y ocasionalmente carroña. También muestran comportamiento depredador al cazar invertebrados y pequeños vertebrados (Drever, 1998).

- Monitoreo alimenticio

El estado nutricional de los animales debe ser monitoreado regularmente a través de observaciones físicas, análisis de sangre, y otros exámenes veterinarios. Con base en estos datos, las dietas pueden ajustarse para asegurar que los animales mantengan una salud óptima (Tabla 6). En estos contextos, la dieta puede ser más controlada y estándar para asegurar la consistencia en los estudios. Los alimentos comerciales formulados específicamente para especies de laboratorio (como ratones y ratas) son comunes.

**Tabla 6**

*Porcentaje de las componentes dietéticas*

| Componentes dietéticas | Valor porcentual (%) |
|------------------------|----------------------|
| <b>Carbohidratos</b>   | 45                   |
| <b>Fibras</b>          | 16                   |
| <b>Proteínas</b>       | 15                   |
| <b>Humedad</b>         | 13                   |
| <b>Ceniza</b>          | 10                   |
| <b>Lípidos</b>         | 2                    |
| <b>Calcio</b>          | 0.9                  |
| <b>Fósforo</b>         | 0.5                  |

La categorización de los componentes del hábito alimentario suministrado a los roedores cautivos para la domesticación, es a base de la dieta balanceada (pellet 3/16), originalmente fabricada para cobayos y conejos contenida en proteínas (15%), carbohidratos (45%), lípidos (2%), fibras (16%), ceniza (10%), calcio (0.9%), fósforo (0.5%), humedad (13%) y vitaminas: A, D3, B12, tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina. Minerales: Cobre, Zinc, hierro, manganeso, yodo y selenio.

La alimentación animal en cautiverio es un aspecto esencial del manejo de animales que requiere un enfoque cuidadoso y específico para cada especie, considerando sus necesidades biológicas y comportamentales, asegurando su bienestar y contribuyendo a su salud general (Olvera, 2018).

**Tabla 7**

Consumo de alimentos en el cautiverio

| Consumo de comida           |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Consumo diario de alimentos | 5 g/100 g de peso corporal     |
| Consumo diario de agua      | 8-11 ml/100 g de peso corporal |

*Nota:* Adaptado de *Conducta alimentaria y regulación calórica en ratas*, por Espinoza & Olvera (2018)

La alimentación animal en cautiverio es un aspecto crucial para asegurar la salud, bienestar y longevidad de los animales mantenidos en instalaciones como zoológicos, laboratorios de investigación, acuarios, y reservas de vida silvestre.

#### **2.6.4. Salubridad**

La sanidad implica preservar condiciones propicias para la salud, lo cual incluye acciones como cambiar la cama o jaula, realizar limpiezas y desinfecciones. La limpieza se encarga de remover residuos y suciedad en exceso, mientras que la desinfección reduce o elimina niveles inaceptables de microorganismos (Khoshen, 2013).

La limpieza en instalaciones para animales se adapta a las necesidades específicas de cada especie, considerando factores fisiológicos y conductuales. Se recomienda cambiar el material sucio de las jaulas regularmente (dos veces por semana), y ajustar la frecuencia de cambio de la cama según las circunstancias. La desinfección de las jaulas y accesorios se realiza con productos químicos o agua caliente, con atención meticulosa para evitar residuos químicos. Es esencial realizar la limpieza y desinfección periódica en todas las áreas utilizadas por los animales, adaptando la frecuencia según el uso y el riesgo de contaminación (Vargas et al., 2018).

## 2.7. Reproducción

### 2.7.1. Sistema de apareamiento

En ratas salvajes, las hembras se aparean con varios machos durante el período de estro, y los machos pueden aparearse simultáneamente con varias hembras. El apareamiento comienza tan pronto como una hembra entra en celo y continúa mientras queden hembras en celo. Los machos rara vez intentan copular con hembras sin celo (Telle, 1966).

**Tabla 8**

*Características reproductivas de los roedores*

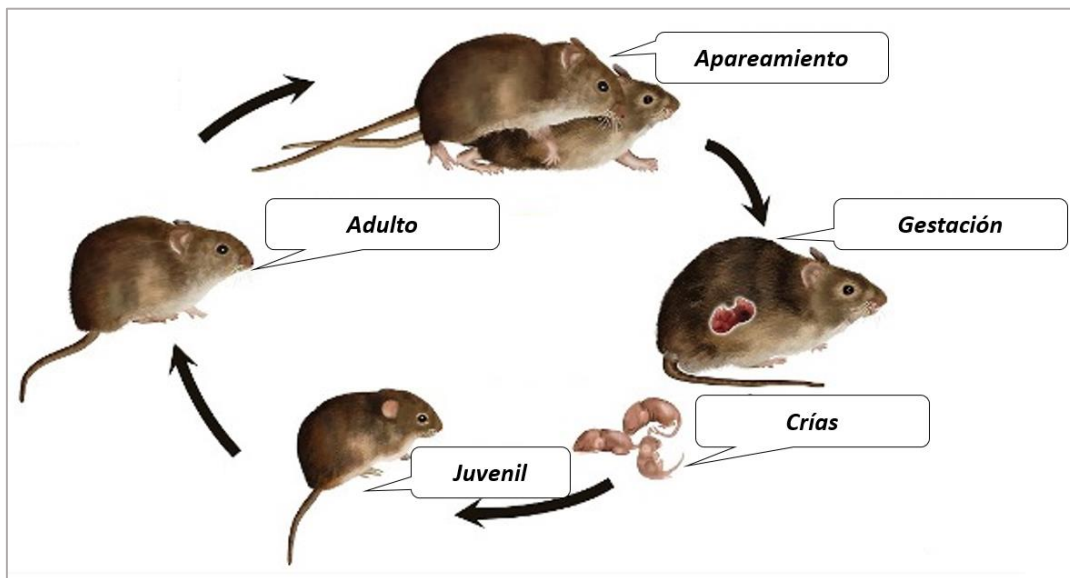
| Reproducción                       |                                                   |
|------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>Ciclo de estro</b>              | 4-5 días                                          |
| <b>Gestación</b>                   | 21-22 días                                        |
| <b>Tamaño de la camada</b>         | 8-14 descendientes (varía según la edad materna ) |
| <b>Rendimiento máximo de leche</b> | 12-14 días posparto                               |

*Rattus norvegicus*: en áreas urbanas con abundante alimento y un ambiente estable, la rata parda se reproduce todo el año, con un 30% de las hembras adultas siempre grávidas. En

poblaciones no comensales, el ciclo reproductivo es estacional (Figura 9). La gestación dura entre 21 y 25 días, y la lactancia 22 días, permitiendo hasta seis o siete partos anuales. La hembra cuida sola de las crías. La madurez sexual se alcanza entre las 8 y 12 semanas, con camadas de 11 a 14 embriones, aunque pueden llegar a 22 (Palomo et al, 2007).

**Figura 9**

*El ciclo reproductivo de los roedores*



*Nota:* Adaptado de Ciclo de vida de una rata, por Roman (2020)

*Rattus rattus*: en las poblaciones silvestres, el ciclo reproductor de las ratas es estacional, con machos activos todo el año, pero en menor porcentaje en invierno. La gestación dura 21 días, la lactancia un mes, y suelen ocurrir dos partos por temporada. En ambientes urbanos con abundante alimento, las ratas pueden reproducirse todo el año, con hasta cinco camadas anuales. Las hembras alcanzan la madurez sexual entre seis y siete semanas, y los machos entre siete y ocho semanas. Las camadas tienen entre uno y doce embriones, siendo siete lo más común, y la reabsorción embrionaria afecta al 6,2% de los embriones (Palomo et al., 2007).

Las ratas hembras experimentan el celo entre 10 y 24 horas después del parto. En concreto, ingresan en el celo durante la primera noche, transcurriendo al menos 10 horas desde el momento del parto (Gilbert et al., 1985).

Este fenómeno, caracterizado por el inicio del celo poco después del parto, recibe el nombre de *estro posparto*. Sin embargo, es posible que los óvulos fertilizados durante el *estro posparto* de una rata hembra no se implanten inmediatamente debido a un retraso inducido por la lactancia (Mantalenakis & Ketchel, 1966). Por lo tanto, las ratas hembras que conciben durante el *estro posparto* pueden pasar por una gestación prolongada de aproximadamente 32 días en lugar de los 21-22 días normales. Parecerá que la hembra concibió unos 10 días después del parto, cuando en realidad concibió poco después del nacimiento, pero simplemente tuvo un embarazo más largo de lo normal. Después del *estro posparto*, la rata hembra no vuelve a entrar en celo hasta después del destete de su camada. Este *estro* se llama *estro posdestete* y ocurre aproximadamente 29 días después del parto (Mennella et al., 1990).

Estos animales se reproducen y pueden tener hasta 12 partos en todo el año, con una media de 8 crías por camada. Su período de embarazo dura aproximadamente 23-24 días, y en cada parto pueden dar a luz hasta 22 crías. El ciclo reproductivo se repite cada 4 a 6 días, con un celo que dura unas 20 horas. Al nacer, las crías pesan alrededor de 6 gramos, son ciegas y permanecen así durante los primeros 15 días, cuando finalmente abren los ojos. Después de 20 días, pueden abandonar el lecho y alcanzan la madurez sexual a los 2 o 3 meses. Las hembras tienen 6 pares de mamas en tórax y abdomen. Viven en una estructura social que incluye un macho dominante, varias hembras subordinadas y sus crías, excluyendo a otros machos (Borroto-Páez & Mancina, 2011).

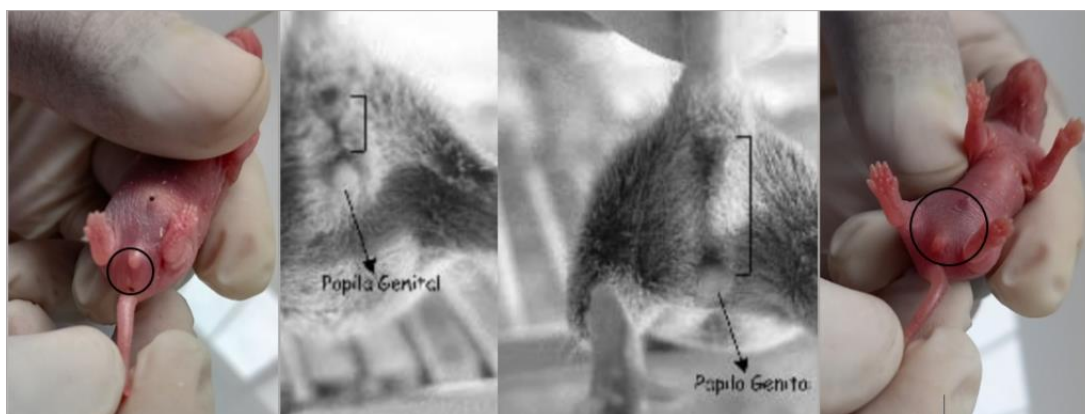
### **2.7.2. Sexado**

La identificación de los órganos genitales se realiza mediante la observación de la distancia ano-genital, siguiendo el mismo procedimiento que en el ratón. Los testículos son

claramente visibles desde edades tempranas, especialmente cuando el animal se encuentra en posición vertical, lo que provoca que estos órganos se desplacen hacia el escroto (Figura 10). Los machos presentan una papila genital pronunciada y una distancia urogenital más amplia en comparación con las hembras (5 mm en machos frente a 2,5 mm en hembras de 7 días de edad). Asimismo, es posible distinguir las mamas en las hembras entre el octavo y el decimoquinto día de vida, debido a la ausencia de pelo alrededor de los pezones (Benavides, 2003).

**Figura 10**

*Sexado de los roedores (Hembras – Machos)*



*Nota: A la izquierda papila genital Hembra. A la derecha papila genital macho (F. Benavides. The University of Texas).*

## **2.8. Modelos experimentales**

### **2.8.1. Las primeras ratas de laboratorio**

Las ratas albinas se introdujeron en laboratorios para investigaciones fisiológicas en 1828. En las décadas de 1870 y 1880, se llevaron a cabo los primeros experimentos de reproducción. Posteriormente, las ratas blancas europeas se importaron a América, estableciéndose como la base de las ratas de laboratorio en Estados Unidos. La cepa más antigua de ratas endogámicas se remonta a 1856, originando cepas endogámicas. La primera cepa específicamente criada, la cepa PA, fue desarrollada en 1909 (Figura 11). Con el tiempo,

las ratas Wistar y Sprague-Dawley se convirtieron en las cepas más populares para la investigación de laboratorio (Krinke et al., 2000).

### **Figura 11**

*Primer modelo animal experimental*



*Nota:* Ratas experimentales de laboratorio. The Wistar Institute (2008).

#### **2.8.2. *Animal experimental como reactivo biológico***

Se trata de un animal cuya calidad genética y ambiental ha sido controlada y asegurada y, por tanto, es capaz de dar una respuesta fiable y reproducible a la pregunta experimental. Se suma a ello todas las consideraciones del cuidado para el bienestar de cada uno según especie y sus requerimientos etológicos, de manera que no se generen alteraciones o adaptaciones que modifiquen el modelo animal, alterando la respuesta investigativa (Cardozo et al., 2007).

Se considera que un experimento comienza con la preparación del animal para su utilización y concluye al finalizar las observaciones planificadas sobre el mismo. El empleo de animales como herramientas biológicas en el ámbito de la investigación científica ha generado numerosos beneficios. Entre otros muchos ejemplos, han contribuido de manera directa a incrementar la esperanza de vida del hombre, en la producción y validación de vacunas, en el estudio de las enfermedades y tratamientos.

### 2.8.3. Variedades

Las especies sinantrópicas son aquellas que tienen la capacidad de habitar zonas urbanas. Estas poblaciones están beneficiadas debido a que los recursos, como el refugio y alimento, no están sujetos a fluctuaciones naturales o climáticas, teniendo así una alta disponibilidad de recursos aumentando sus densidades poblacionales (Vela & Ramos, 2018).

**Figura 12**

*Diversidad roedora sinantrópica*



*Nota:* Ratas experimentales de laboratorio. The Wistar Institute (2008).

La primera colonia de producción de *Rattus norvegicus* se estableció a través de la exocría de estos animales. La endocría de ratas se inició en el Instituto Wistar de Filadelfia en 1909, y su distribución a diversas instituciones en Estados Unidos, Europa y otras partes del mundo comenzó en 1911. Aproximadamente el 40% de las cepas endocriadas actuales tienen su origen en la cepa Wistar. A pesar de compartir raíces comunes, estas cepas muestran notables diferencias fenotípicas y exhiben una considerable variabilidad genética.

- Rata Wistar

La rata Wistar, una variedad albina exogámica desarrollada en 1906 en el Instituto Wistar, es un organismo modelo fundamental en la investigación científica (Figura 11). Fue la primera rata desarrollada con este propósito. Más del 50% de todas las cepas de ratas de

laboratorio se originaron en la colonia original establecida por Henry Donaldson. A partir de la rata Wistar se desarrollaron otras variedades como la rata Sprague Dawley y la rata Long-Evans, la rata espontáneamente hipertensa y la rata Lewis. Las ratas Wistar son conocidas por su alta actividad, siendo más activas que otras como las ratas Sprague Dawley.

- Rata Long-Evans

La rata Long-Evans, creada por los doctores Long y Evans en 1915 mediante el cruce de hembras Wistar con un macho gris salvaje, es un organismo modelo utilizado en diversas investigaciones. Estas ratas son mayormente blancas con una capucha negra, aunque en ocasiones pueden ser blancas con una capucha de tono marrón. Son empleadas en estudios que abarcan desde el comportamiento hasta la obesidad, debido a su versatilidad como modelo experimental.

- Rata Sprague Dawley

La rata Sprague Dawley, una raza exogámica de ratas albinas, se emplea extensamente en la investigación médica y nutricional debido a su versatilidad. Su mayor atributo radica en su docilidad y su fácil manejo. Esta variedad de rata fue originada en las granjas Sprague-Dawley (de la Compañía Animal Sprague-Dawley) en Madison, Wisconsin, en 1925.

## **2.9. Bioética**

La palabra bioética se deriva de las palabras griegas bio=vida y ethos=ética o ética de la vida, término utilizado por el bioquímico y oncólogo estadounidense Van Rensselaer Potter en 1970 en el artículo “Bioethics: The science of survival”, en el que la bioética se presenta como un puente entre la ética clásica y la ciencia de la vida (Montes et al., 2010).

En la actualidad, la bioética se ha conceptualizado como un conjunto dinámico de ideas, una herramienta metodológica que promueve el diálogo entre las ciencias biomédicas y humanas, una integración de la filosofía moral y una disciplina independiente con una función

específica que no se limita a normas, pero sí se vincula con otras áreas, incluyendo fundamentos teóricos éticos y filosóficos, según lo señalado por (Ramirez, 2011).

### **2.9.1. Principios de la bioética**

Dentro de la bioética figuran algunos principios que sirven de base para el desarrollo de actividades con animales, así como dentro de un ecosistema (Osorio, 2008). Entre ellos figuran los siguientes:

- Principio de respeto al ecosistema

Describe al ecosistema como la unidad funcional básica de la ecología que incluye a todos los seres vivos (vegetales, animales, microorganismos) en equilibrio entre ellos; el ambiente en que viven todos estos seres vivos; las relaciones entre estos y el ambiente; el flujo de energía que permite al conjunto funcionar como un sistema abierto e interrelacionado con otros ecosistemas.

- Principio de beneficio

La investigación con animales requiere: la experiencia necesaria para realizar determinados procedimientos con ellos, así como el interés humanitario por su bienestar, que garantice la idoneidad y experiencia de los investigadores y personal con acceso a los animales de laboratorio.

- Principio de justicia

Se trata de la justicia ecológica y la relación correcta con la naturaleza, promoviendo el manejo equitativo de los recursos y la garantía de calidad de vida en armonía con el orden natural. Critica el antropocentrismo, que prioriza al ser humano sobre otras formas de vida, y destaca cómo el uso inconsciente de avances científico-tecnológicos ha llevado a la depredación de la naturaleza, tratando sus riquezas como simples recursos sin respetar la vida y el ecosistema.

- Empatía (manejador-animal)

La empatía cuya raíz griega es  $\epsilon\mu\pi\alpha\theta\epsilon\iota\alpha$  que significa: emocionado, como el sentimiento de identificación con algo o alguien. Es la capacidad cognitiva de percibir lo que otro ser puede sentir o, sentimiento de participación afectiva de una persona cuando se afecta a otra. Bajo este principio, es importante que el manejador sienta empatía hacia los animales con los que habrá de trabajar, de tal manera que pueda intuir lo que el animal podría sentir al efectuar sobre él un manejo determinado. Es decir, que intuya si cierto tipo de manejo podría causar dolor o sufrimiento innecesario y busque la forma de evitárselo.

- Las "Tres R" de la bioética animal

Son principios fundamentales diseñados para guiar el uso ético de animales en la investigación. Estos principios fueron propuestos originalmente por William Russell y Rex Burch en 1959 y han sido ampliamente adoptados en el campo de la investigación científica. Las "Tres R" son: reemplazo (replacement), reducción (reduction) y refinamiento (refinement).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Materiales

##### 3.1.1. *Material biológico*

Se utilizaron a los roedores sinantrópicos en etapa juvenil, abarcando ambos géneros. Los roedores incluyeron las especies *Rattus rattus* (rata negra o de campo) y *Rattus norvegicus* (rata parda o de alcantarilla). Estos roedores fueron acondicionados y mantenidos en los ambientes del bioterio para asegurar el control y el manejo en la adaptabilidad en cautividad. Las generaciones, como modelos experimentales, conformaron la parte integral del proyecto de investigación “Regeneración Tisular en un modelo de fibrosis hepática crónica mediante xenotrasplante de células madre mesenquimales”, el cual ha sido financiado con fondos de Canon, Sobre canon y Regalías Mineras, aprobado mediante Resolución Rectoral N° 10570-2022-UNJBG, por la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Ciudad de Tacna, Perú.

##### 3.1.2. *Materiales del bioterio*

- Jaulas
- Bebederos
- Comederos
- Bandejas

##### 3.1.3. *Reactivos – soluciones*

- Alcohol 70° - 96°
- Solución fisiológica salina
- Halatal
- Agua destilada

### 3.1.4. Equipos

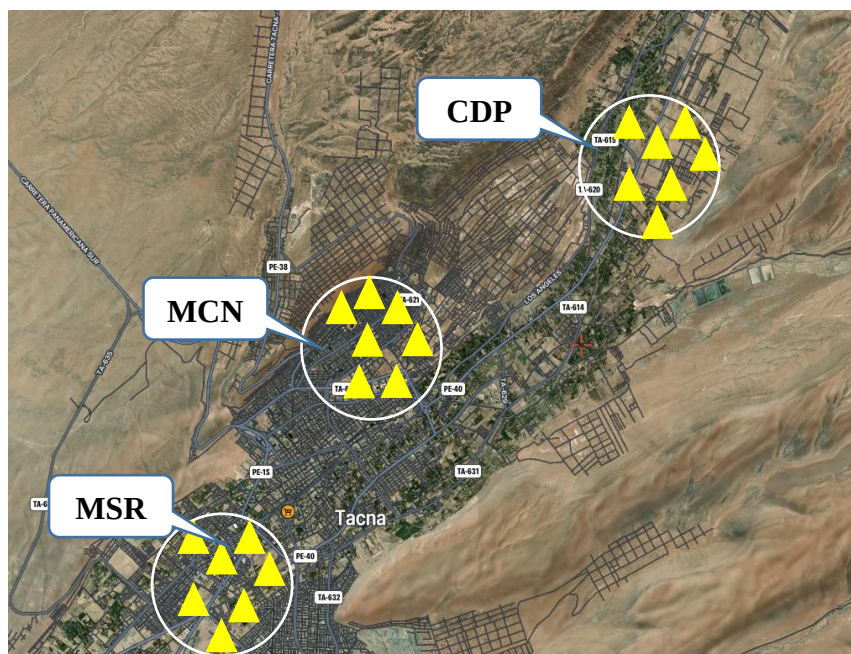
- Microscopio
- Vernier
- Balanza digital

### 3.2. Ubicación y delimitación del área de estudio

Las ratas sinantrópicas se capturaron en las zonas agrícolas y de cultivo en el distrito de Pachía, con coordenadas GPS (latitud: -17.93445750823968, longitud: -70.18337543311151). otros sitios de muestreo fueron los centros de abastos, incluyeron vertederos y desagües de los mercados zonales "Ciudad Nueva" (latitud: -17.98261195033332, longitud: -70.23624982615083) y "Santa Rosa" (latitud: -18.06331787699, longitud: -70.25871779669157) en la ciudad de Tacna (Figura 13).

**Figura 13**

*Ubicación geográfica de las zonas de muestreo*



**Nota:** [https://satellites.pro/mapa\\_de\\_Tacna.Perù](https://satellites.pro/mapa_de_Tacna.Perù)

### **3.3. Población y muestra**

La población estuvo conformada por roedores sinantrópicos. La muestra fue de tipo no probabilístico y de conveniencia, obtenida mediante la captura en áreas peri-domiciliarias. Se recolectaron 56 especímenes de ambos géneros, pertenecientes a las especies *Rattus rattus* (rata negra o de campo) y *Rattus norvegicus* (rata parda o de alcantarilla).

### **3.4. Diseño de la investigación**

Se usó un diseño no experimental y descriptivo. Este enfoque es adecuado porque el estudio no manipula variables, sino que se limita a observar y describir las características y procesos de domesticación de roedores sinantrópicos.

### **3.5. Métodos**

#### **3.5.1. Declaración ética**

Para la ejecución de este estudio recibió la aprobación de un Comité Institucional de Ética en Investigación, en noviembre del 2022. El documento de autorización está categorizado como Resolución Directoral con código 841-2022-OEGDRRHH-DR/DRS.T/GOB.REG.TACNA.

#### **3.5.2. Proceso de domesticación**

- a) Captura y selección de individuos: a los especímenes sinantrópicos se capturaron siguiendo las técnicas sugeridas por Fernández (2019) y Mills et al., (1998). Se utilizaron 10 trampas Tomahawk, y se prepararon cebos no tóxicos con contenido en 100 g de avena, 20 g de maní, 5 ml de vainilla y atún. Se escogieron a individuos jóvenes que aún no han desarrollado todas sus respuestas instintivas y agresivas hacia el humano. Además, se registraron el género y tipo de coloración del pelaje (pardas y negras).

- b) Habitación al entorno controlado: los especímenes fueron trasladados a los ambientes del bioterio, donde se alojaron en jaulas individuales que replican algunas condiciones naturales, pero que permiten su adaptación a la presencia humana. Durante este periodo, se tomaron medidas para minimizar el estrés en las ratas, ya que el miedo intenso hacia los humanos representa un obstáculo para su domesticación. Para lograrlo, se garantizó un entorno estable, libre de ruidos fuertes y cambios bruscos. Además, se estableció contacto frecuente con los especímenes, incluidas interacciones con masajes suaves.
- c) Alimentación condicionada: a los especímenes se realizó entrenamientos para asociar la presencia humana con recompensas alimenticias. Esto fue un paso crucial en la domesticación, ya que redujo el miedo y se generó una asociación positiva con la interacción. Al principio, la comida fue dejada cerca, pero sin contacto directo. Gradualmente el espécimen se acercó a las manos humanas para recibir la comida.

### **3.5.3. Condición para la crianza y mantenimiento**

Los roedores capturados se trasladaron a los ambientes del bioterio. Los macroambientes estuvieron separados por áreas (reproducción, desarrollo, crecimiento, selección). En cada ambiente se controló la luz artificial (luminarias led), 12 horas encendidas y 12 horas apagadas. La ventilación de los ambientes (extractor de aire), se regularon cada 10 o 15 horas por día. Se evitó la realización de ruidos sonoros o espontáneos dentro de los ambientes. En cuanto a la humedad y temperatura se tomaron los datos ambientales registrados por SENAMHI TACNA. Los microambientes donde se alojaron a los especímenes fueron las jaulas individuales fabricadas de metal corrugado 1/4" de dimensiones (40 cm x 28 cm x 20 cm), equipados con comederos del material de vidrio 5 mm de dimensiones (8cm x 11cm x 19cm) y bebederos móviles de polietileno (500 ml). La alimentación balanceada peletizada

(cuyina/conejina), fue suministrada una vez al día, específicamente a las 10 a.m., mientras que el acceso al agua se ofreció de forma libre.

Existen estudios que indican que los animales salvajes jóvenes pueden ser adaptados y domesticados para interactuar con el hombre (Galef, 1970). Por otro lado, Grandin (1994) señaló que la socialización en los animales es un comportamiento estrictamente aprendido.

#### **3.5.4. *Potencial reproductivo***

En la *estrategia reproductiva*, se utilizó el sistema reproductivo poligámico, que implica la elección de una pareja de ratas con cualidades fenotípicas (color del pelaje), macho de 4 meses de edad y las hembras en la etapa de madurez sexual, 3 meses de edad. Durante el periodo estral, los machos permanecieron en jaulas individuales y las hembras se agruparon de 2 o 3 por jaula. Durante todo el proceso se verificó la salubridad de los especímenes, y, tras 21 días, se obtuvo la primera camada (primera generación). De las crías se seleccionaron las hembras, las cuales se cruzaron con el macho original, para obtener la siguiente generación (Segunda generación). Esta estrategia de cruzamiento se realizó durante 12 generaciones. Para el mantenimiento del stock de roedores exogámicos se requirió implementar sistemas de cruces especiales con la finalidad de prevenir el aumento de consanguinidad en el grupo. Uno de los métodos más comúnmente empleados fue el propuesto por Poiley en 1960. Este método busca, mediante cruces rotativos, imitar los apareamientos aleatorios que ocurren en las poblaciones naturales, con el propósito de conservar la variabilidad dentro de la colonia (Benavides & Guénet, 2003).

*Supervivencia y sexado de los neonatos*, las camadas se cuantificaron en cada generación, distinguiendo el sexo de los neonatos. El sexado de las crías se realizó mediante la evaluación de la distancia ano-genital. Los machos presentan una papila genital pronunciada y una distancia urogenital más amplia en comparación con las hembras. Además, se distinguieron las hembras por la ausencia de pelaje alrededor de los pezones, entre el octavo y

el decimoquinto día de vida (Benavides & Guénet, 2003). La supervivencia de los neonatos se determinó en base a los animales vivos al momento del destete (21 días). Luego de esta etapa se aislaron por grupos a los machos y las hembras en las jaulas independientes hasta alcanzar la madurez.

### **3.5.5. Características biológicas y comportamentales**

Se utilizó la *identificación taxonómica* tradicional de los roedores. Se llevó a cabo mediante los parámetros biométricos y fenotípicos de los especímenes, siguiendo los métodos descritos por Mills et al., (1998) y según la propuesta de identificación de Coto (2015). Este método implica registrar el sexo y la condición reproductiva del animal. La edad del animal se clasifica (de manera subjetiva) como juvenil o adulto basándose en sus medidas (morfometría) y apariencia (fenotipo).

Para medir el largo total, se colocó al animal sobre una superficie con el vientre hacia arriba y se sostiene de manera que el cuerpo y la cola estén rectos y tensos, pero no estirados. Se midió la distancia desde el hocico hasta el ápice de la cola, excluyendo cualquier pelo que sobresalga. Luego, se pesó al animal y se registró el peso en gramos (Tabla 9). Además, se determinó la longitud craneal total, la longitud nasal, la altura craneal, el ancho nasal, inter orbital, inter cigomático y craneal total (Tabla 10 – 11). Para garantizar la identificación taxonómica de *Rattus rattus* o “rata negra” y *Rattus norvegicus* o “rata parda”, se envió la muestra biológica al museo de historia natural de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa (UNSA) y para corroborar se envió al museo de historia natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).

Para el *registro de parámetros morfométricos*, como parte de identificación de los roedores sinantrópicos, se realizó un estudio morfométrico cuya descripción se muestran en la Tabla 9.

**Tabla 9***Registro de parámetros morfométricos de los ejemplares en estudio*

| Medición corporal | Descripción                 |
|-------------------|-----------------------------|
| LC (cm)           | Longitud de la cola         |
| LO (cm)           | Longitud de la oreja        |
| LP (cm)           | Longitud de la pata trasera |
| TT (cm)           | Tamaño total                |
| PT (g)            | Peso total                  |

*Nota:* cm=centímetros, g=gramos**Tabla 10***Registro de parámetros craneométricos I*

| Medición craneal | Descripción              |
|------------------|--------------------------|
| LCT (mm)         | Longitud craneal total   |
| LNS (mm)         | Longitud nasal           |
| ACR (mm)         | Altura craneal           |
| ANS (mm)         | Anchura nasal            |
| AIO (mm)         | Anchura intra orbital    |
| AIC (mm)         | Anchura inter cigomática |
| ACT (mm)         | Anchura craneal total    |

*Nota:* mm=milímetros

La craneometría se realizó en la rata 'negra' y la rata 'parda'. Los especímenes mostraron cuatro incisivos en constante crecimiento, dos arriba y dos abajo; pero no se observó los caninos ni premolares, lo que crea un espacio vacío llamado diastema entre los incisivos y los molares.

**Tabla 11***Registro de parámetros craneométricos II*

| Medición craneal | Descripción                     |
|------------------|---------------------------------|
| LMS (mm)         | Longitud maxilar superior total |
| ADM (mm)         | Anchura del maxilar             |
| LMT (mm)         | Longitud mandibular total       |
| ACM (mm)         | Altura del cuerpo mandibular    |

*Nota:* mm=milímetros

El primer ejemplar sinantrópico capturado fue 1a rata parda adulta macho, que logró subsistir solo 48 horas. Posteriormente, se incorporó 6 ratas pardas de seis meses de edad, pero desafortunadamente, sobrevivió solo 4 semanas. Luego, se intentó domesticar un grupo de 11 ratas pardas de diversas edades y géneros, pero todas ellas perecieron después de una semana. En los muestreos posteriores, se consiguió capturar 15 roedores juveniles.

#### **Figura 14**

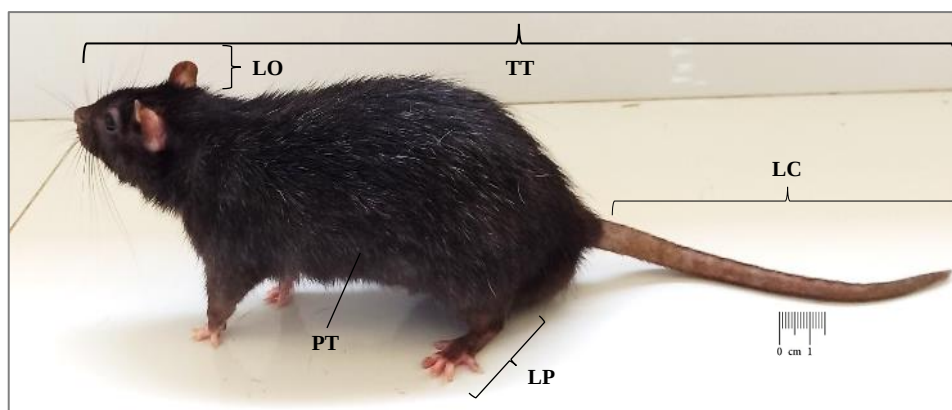
*El primer ejemplar sinantrópico capturado en la domesticación*



El segundo ejemplar sinantrópico capturado y sometido a la domesticación, fue la rata negra, conocida también como rata de campo (Figura 15). Se capturaron en total 23 especímenes de los cuales 6 fueron juveniles.

#### **Figura 15**

*El segundo ejemplar sinantrópico capturado en la domesticación*



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Descripción del proceso de domesticación de roedores sinantrópicos

El proceso de domesticación de roedores sinantrópicos para su adaptación a un entorno controlado y su manejo en condiciones de laboratorio implica varias etapas (captura, selección, socialización, alimentación, manipulación) cuidadosamente estructuradas para asegurar la seguridad, bienestar y utilidad de los especímenes en un contexto experimental.

**Tabla 12**

*Roedores sinantrópicos capturados en la provincial de Tacna*

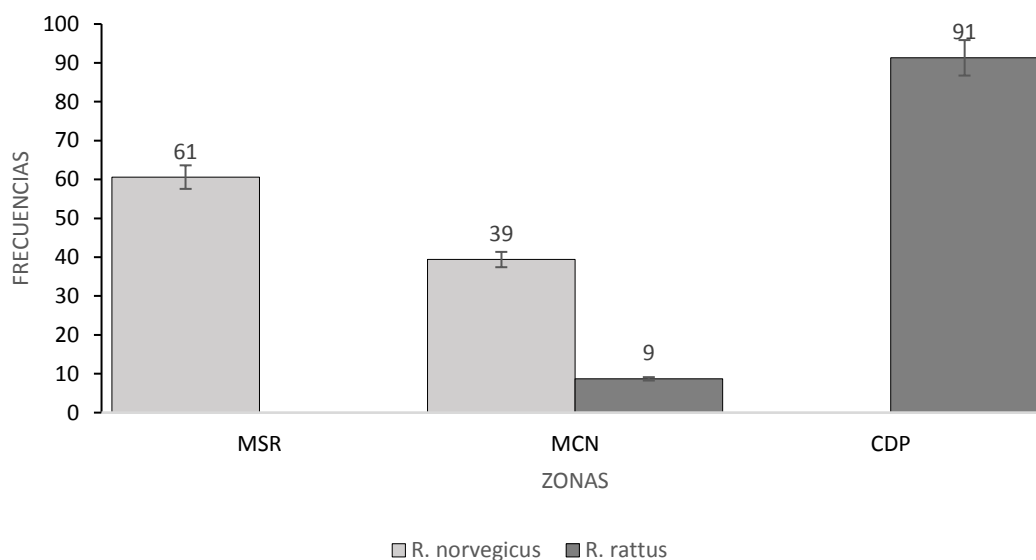
| Especies                              | Total de roedores |       |
|---------------------------------------|-------------------|-------|
|                                       | n                 | %     |
| <i>Rattus norvegicus</i> <sup>1</sup> | 33                | 58,93 |
| <i>Rattus rattus</i> <sup>2</sup>     | 23                | 41,07 |

Nota: <sup>1</sup>rata parda; <sup>2</sup>rata negra

En la tabla 12, se presentan los resultados de la identificación de roedores sinantrópicos capturados en las zonas de muestreo: Mercado Santa Rosa (MSR), Mercado Ciudad Nueva (MCN) y cultivos del Distrito de Pachía (CDP) de la provincia de Tacna, expresados en porcentajes. De un total de 56 roedores, se observa que el 58,93 % (33) corresponde a *Rattus norvegicus* y el 41.07 % (23) a *Rattus rattus*, lo que indica una clara predominancia de la especie *Rattus norvegicus*.

**Figura 16**

*La frecuencia de los roedores sinantrópicos capturados en las 3 zonas de la provincia de Tacna*

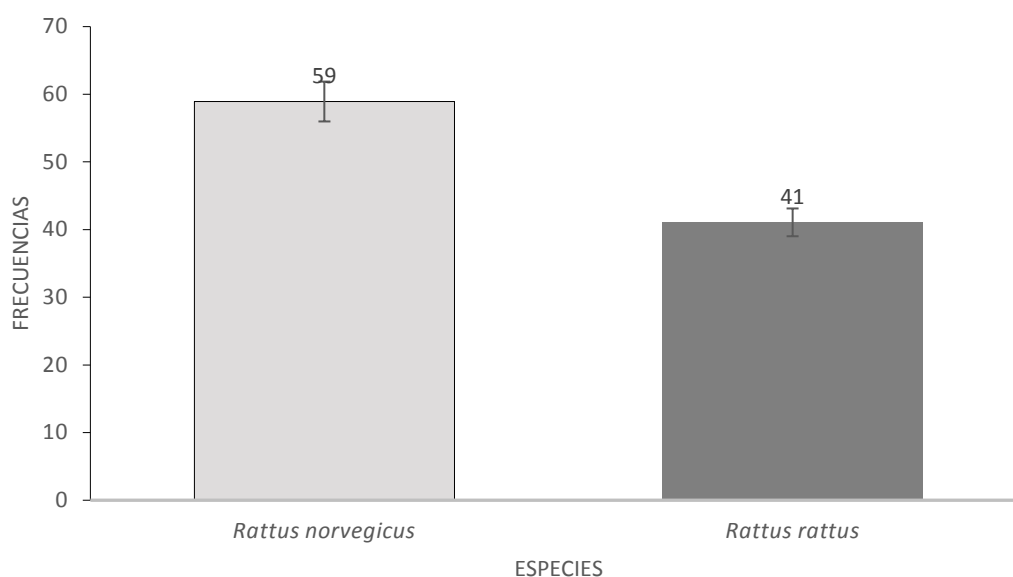


*Nota:* MSR=Mercado Santa Rosa, MCN=Mercado Ciudad Nueva, CDP=Distrito de Pachía

En la figura 16, muestra la frecuencia de dos especies de ratas, *Rattus norvegicus* y *Rattus rattus*, en tres zonas diferentes: MSR, MCN y CDP. *Rattus norvegicus* es más común en las zonas MSR y MCN. *Rattus rattus* se observa principalmente en la zona CDP y en menor cantidad en la zona MCN. No hay presencia de *Rattus rattus* en MSR y no hay presencia de *Rattus norvegicus* en CDP.

**Figura 17**

*La frecuencia de los roedores sinantrópicos capturados en la provincia de Tacna*



En la figura 17, se observa el gráfico de barras que representa los resultados en porcentajes de la identificación de roedores sinantrópicos capturados en las tres zonas de la provincia de Tacna.

**Tabla 13**

*Roedores juveniles y adultos capturados de las especies *R. norvegicus* y *R. rattus**

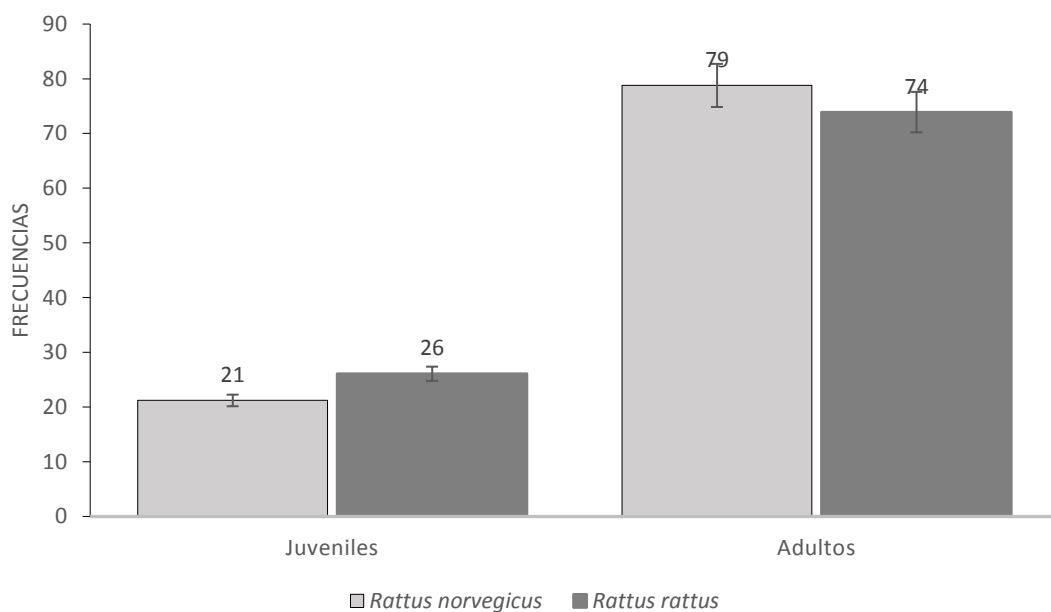
| Roedores Sinantrópicos   |           |       |         |       |
|--------------------------|-----------|-------|---------|-------|
| Especies                 | Juveniles | %     | Adultos | %     |
| <i>Rattus norvegicus</i> | 7         | 21,21 | 26      | 78,79 |
| <i>Rattus rattus</i>     | 6         | 26,09 | 17      | 73,91 |

En la tabla 13, se presentan la cantidad y el porcentaje de individuos juveniles y adultos de dos especies de roedores sinantrópicos: *Rattus norvegicus* (juveniles en un total de 21% y los adultos en un total de 79%) y *Rattus rattus* (juveniles en un total de 26% y los adultos en

un total de 74%). La proporción de juveniles es ligeramente mayor en *Rattus rattus* (26%) en comparación con *Rattus norvegicus* (21%). La proporción de adultos es mayor en *Rattus norvegicus* (79%) en comparación con *Rattus rattus* (74%).

**Figura 18**

*La frecuencia de los roedores capturados de las especies R. norvegicus y R. rattus.*



En la figura 18, el gráfico muestra la comparación de las frecuencias de dos especies juveniles de ratas: *Rattus norvegicus*, tiene una frecuencia de 21 individuos y *Rattus rattus*, tiene una frecuencia de 26 individuos. Las barras indican la cantidad de individuos de cada especie, mientras que las líneas verticales sobre las barras representan los errores estándar o intervalos de confianza.

Asimismo, el gráfico muestra la comparación de las frecuencias de dos especies adultas de ratas: *R. norvegicus*, tiene una frecuencia de 79 % y *R. rattus*, tiene una frecuencia de 74 %. Las barras indican la cantidad de individuos de cada especie, mientras que las líneas verticales sobre las barras representan los errores estándar o intervalos de confianza.

**Tabla 14**

*Registro de datos e identificación de los roedores capturados*

| Ratas |     | Morfometría (mm) |      |         |      |         |      |         |      |         |      |
|-------|-----|------------------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|
|       |     | LCT              |      | ACR     |      | LOO     |      | LCC     |      | LTT     |      |
|       |     | Media ±          | SD   | Media ± | SD   | Media ± | SD   | Media ± | SD   | Media ± | SD   |
| M     | BRN | 47,1             | 0,47 | 16,6    | 0,52 | 19      | 0,30 | 183     | 0,37 | 440     | 0,58 |
|       | BLK | 49,2             | 0,66 | 15,8    | 0,40 | 22      | 0,55 | 214     | 0,44 | 399     | 0,73 |
| H     | BRN | 44,1             | 0,50 | 14,1    | 0,59 | 17      | 0,30 | 175     | 0,45 | 411     | 0,56 |
|       | BLK | 45,3             | 0,54 | 13,3    | 0,48 | 20      | 0,45 | 189     | 0,49 | 361     | 0,42 |

*Nota:* LCT=longitud craneal, ACR=anchura craneal, LOO=longitud oreja,

LCC=longitud cola, LTT=longitud total. X=media, SD=desviación estándar,

VA=varianza. M=macho, H=hembra. BRN=parda, BLK=negra.

En la figura 14, los resultados indican que las ratas negras (BLK) tienden a tener mayores dimensiones corporales en términos de longitud del cuerpo y longitud de la oreja, tanto en machos como en hembras. Sin embargo, las ratas pardas (BRN) destacan en términos de anchura de la cabeza y longitud total. Estas diferencias morfométricas reflejan variaciones genéticas determinando 2 especies: *Rattus norvegicus* y *Rattus rattus*. Además, el carácter fenotípico en la coloración del pelaje: pardas y negras entre las dos poblaciones de ratas. Las diferencias observadas en la variabilidad de las medidas (varianza) también sugieren que las características morfológicas son bastante consistentes dentro de cada grupo.

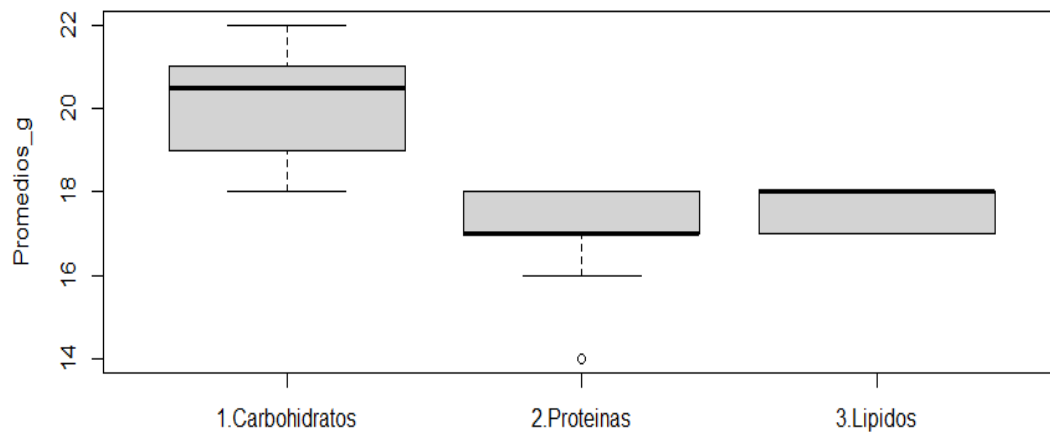
#### **4.2. Establecimiento de las condiciones adecuadas para la crianza de los roedores sinantrópicos en el cautiverio**

Se estableció una infraestructura adecuada, espacios controlados y bien ventiladas en jaulas de calidad. La temperatura y humedad se mantuvo en niveles óptimos (generalmente entre 20-24°C y 40-70% de humedad) para minimizar el estrés y prevenir enfermedades. Fue crucial regular la luz, manteniendo un ciclo de luz-oscuridad, generalmente de 12 horas, que

imite el ciclo natural. Se suministró una dieta balanceada específica para roedores, que incluyó proteínas, grasas y carbohidratos.

**Figura 19**

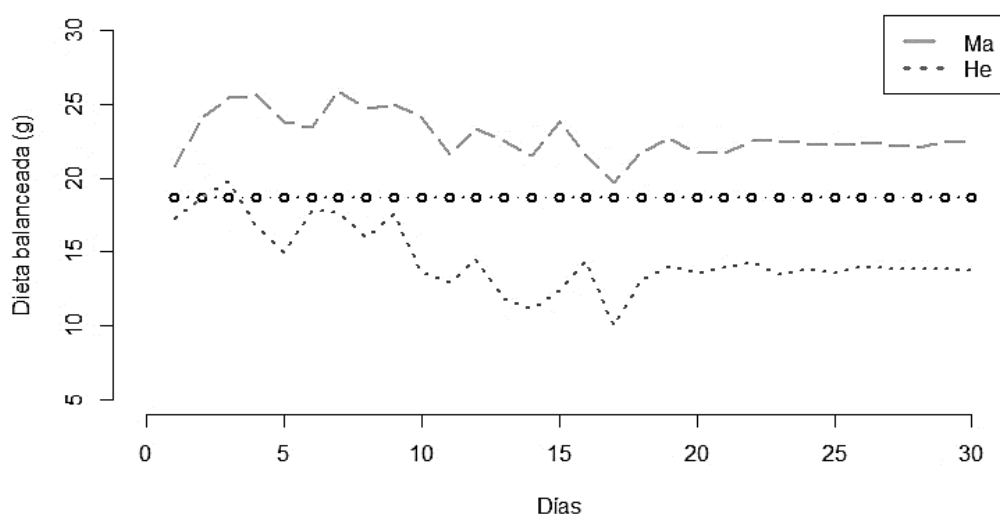
*Suministro de la dieta a los roedores sinantrópicos en cautiverio*



En la figura 19, la dieta que contiene el mayor porcentaje de carbohidratos presenta los promedios más altos, situados alrededor de 20, con una dispersión moderada. La dieta rica en proteínas muestra promedios de entre 17 y 18, con algunos valores atípicos, aunque en general, los datos están bien agrupados alrededor de la mediana. Por otro lado, la dieta alta en lípidos tiene promedios intermedios, alrededor de 18, y la menor dispersión, lo que indica una mayor consistencia en los datos.

**Figura 20**

*Consumo de la dieta de los roedores sinantrópicos de ambos géneros*



*Notas:* Ma = machos, He = hembras.

En la figura 20, se observa que durante los primeros 15 días de adaptación a una dieta balanceada con alto contenido en carbohidratos, proteínas, fibras y lípidos, hubo una variabilidad en el consumo de alimentos, pero en los días posteriores se observó una uniformidad en el consumo de la dieta. Es relevante señalar que los roedores machos consumieron más que las hembras.

Los datos recopilados en el experimento mostraron el consumo diario de alimento en gramos, promediado por género de los roedores, revelando que los machos consumieron un promedio de 24.05 g por día, mientras que las hembras consumieron 15.06 g por día. Se observó un aumento en la digestibilidad y el aumento de peso en los machos, mientras que en las hembras se observó una ligera disminución tanto en la ganancia de peso como en la digestibilidad de la dieta.

### 4.3. Determinación del potencial reproductivo garantizando la tasa de éxito proliferativo y la salud de las crías durante las generaciones.

#### a) Potencial reproductivo

**Tabla 15**

*Parámetros estadísticos registrados en ejemplares en estudio*

| RATS | BRN  |      |      | BLK  |      |      | WBB  |      |      | WHT  |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|      | MEAN | SD   | VAR  | MEAN | SD   | VAR  | MEAN | SD   | VAR  | MEAN | SD   | VAR  |
| 1    | 7,58 | 1,08 | 1,17 | 8,17 | 0,94 | 0,88 | 7,25 | 1,14 | 1,30 | 8,17 | 1,11 | 1,24 |
| 2    | 7,50 | 1,57 | 2,45 | 7,42 | 1,08 | 1,17 | 7,58 | 1,08 | 1,17 | 7,67 | 1,15 | 1,33 |
| 3    | 7,17 | 1,27 | 1,61 | 7,75 | 2,05 | 4,20 | 7,33 | 1,30 | 1,70 | 7,92 | 1,98 | 3,90 |
| 4    | 6,75 | 0,87 | 0,75 | 7,50 | 1,68 | 2,82 | 7,67 | 1,30 | 1,70 | 7,00 | 1,60 | 2,55 |
| 5    | 7,33 | 1,15 | 1,33 | 7,67 | 0,65 | 0,42 | 7,25 | 0,75 | 0,57 | 7,33 | 1,30 | 1,70 |
| 6    | 7,75 | 1,06 | 1,11 | 7,50 | 0,67 | 0,45 | 7,67 | 1,44 | 2,06 | 7,58 | 0,67 | 0,45 |
| 7    | 7,42 | 1,08 | 1,17 | 8,17 | 1,11 | 1,24 | 7,67 | 1,07 | 1,15 | 7,50 | 2,02 | 4,09 |
| 8    | 7,83 | 1,11 | 1,24 | 7,08 | 1,16 | 1,36 | 7,58 | 1,08 | 1,17 | 7,42 | 0,90 | 0,81 |
| 9    | 8,00 | 0,85 | 0,72 | 7,92 | 1,24 | 1,54 | 7,75 | 0,87 | 0,75 | 7,67 | 1,23 | 1,52 |
| 10   | 7,83 | 1,03 | 1,06 | 7,50 | 0,80 | 0,64 | 7,25 | 1,22 | 1,48 | 7,75 | 0,97 | 0,93 |
|      | 7,52 | 1,11 | 1,26 | 7,67 | 1,14 | 1,47 | 7,50 | 1,13 | 1,30 | 7,60 | 1,29 | 1,85 |

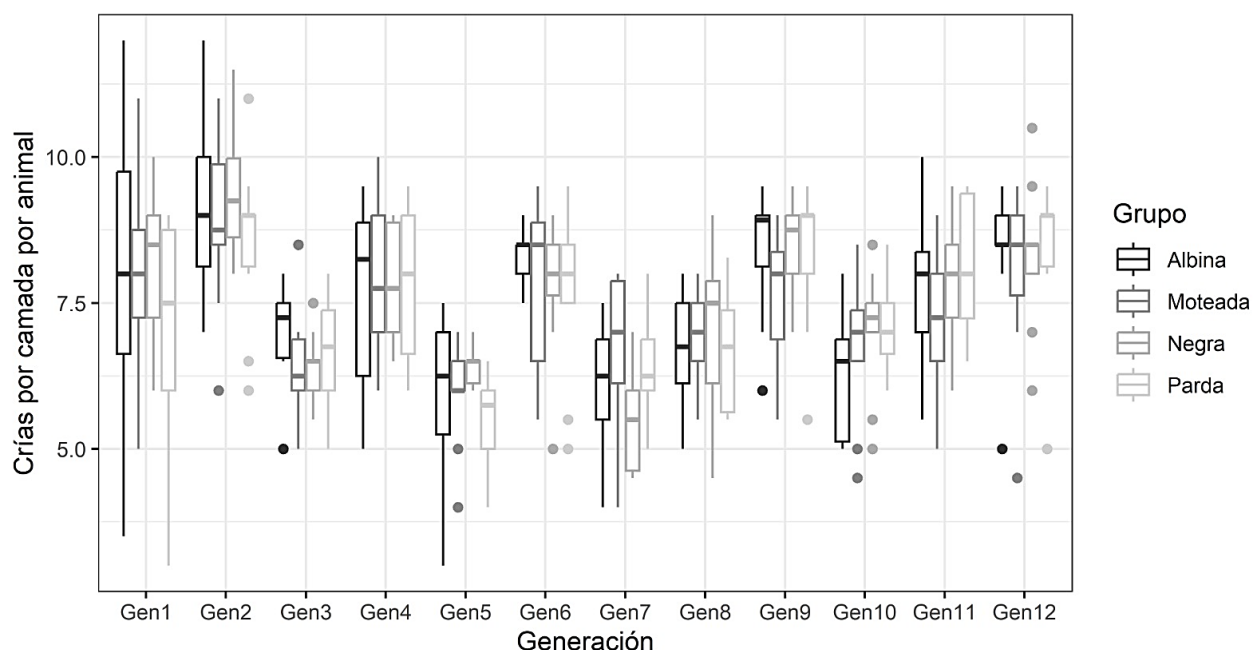
*Nota:* BRN=parda, BLK=negra, WBB=moteada, WHT=albina. MEAN=media,

SD=desviación estándar, VAR=varianza.

En la tabla 15, el análisis estadístico de 12 generaciones de ratas domesticadas en el cautiverio, muestra un promedio de 7.50 a 7.67, con una desviación estándar de 1.11 a 1.29 y una varianza de 1.26 a 1.85. por lo tanto, el análisis muestra que las ratas domesticadas y reproducidas a lo largo de 12 generaciones tienen una variabilidad moderada alrededor de este valor. La dispersión de los datos no es muy grande, ya que la desviación estándar y la varianza son relativamente bajas.

**Figura 21**

*Reproducción de los roedores sinantrópicos domesticados*

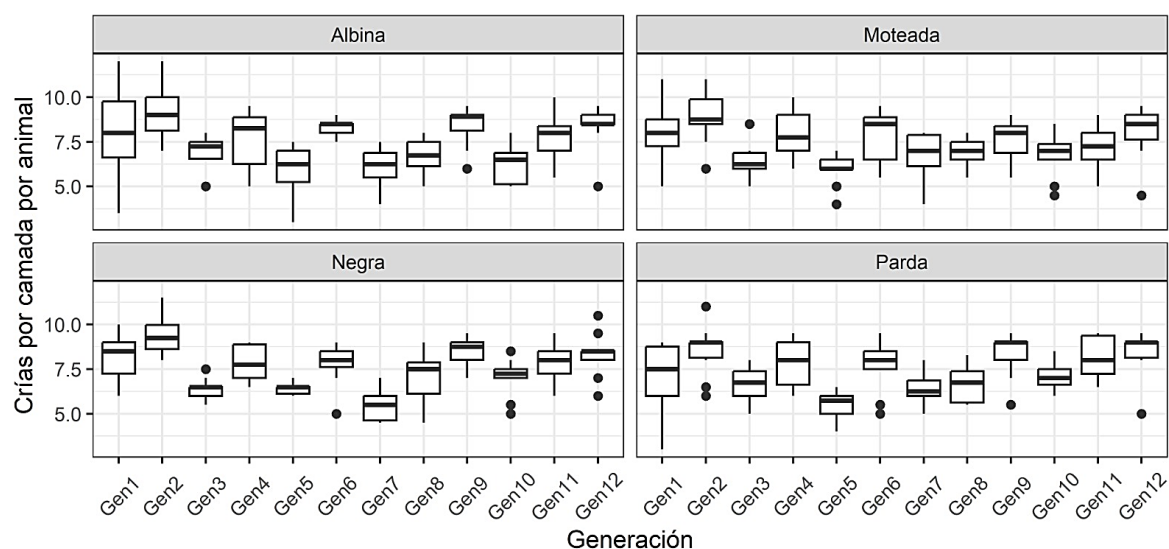


En la figura 21, el grupo Albina generalmente muestra una mayor cantidad de crías por camada en las primeras generaciones, pero su media disminuye y se estabiliza en generaciones posteriores. Los otros grupos (Moteada, Negra y Parda) presentan cantidades menores de crías por camada y parecen tener menos variabilidad en sus datos en comparación con el grupo Albina. Hay una tendencia general de disminución en la cantidad de crías por camada a lo largo de las generaciones para todos los grupos.

Los roedores domesticados, muestran un alto potencial de crecimiento poblacional y alcance máximo cuando están libres de restricciones ambientales. Esto es crucial para la descendencia de los roedores en cautiverio, ya que necesitan superar el proceso de nacimiento, reproducirse abundantemente y garantizar la supervivencia de su progenie a lo largo del tiempo. En las generaciones nuevas se observan menos reactivos o temperamentales a la proximidad con los humanos. Los factores como el número de camadas, la edad de la madre y el desgaste celular durante cada gestación influyen notablemente en la reducción del número de crías en cada camada.

**Figura 22**

*Potencial reproductivo*



La figura 22, presenta la tasa reproductiva de linajes de roedores criados en el bioterio de la UNJBG. Se muestra la mediana del número de crías producidas por una nodriza de cada linaje en doce generaciones, utilizando diagramas de caja que representan los valores obtenidos de 10 nodrizas por linaje y generación. No se encontraron diferencias significativas en las medianas entre los grupos de linajes comparados.

**Tabla 16**

*ANOVA de un solo factor para los tipos de roedores*

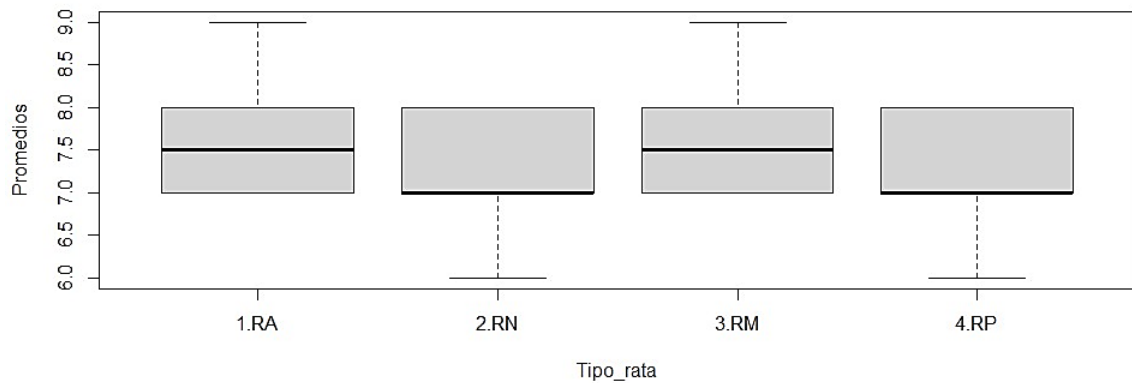
| Fuente    | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr (>F) |
|-----------|----|--------|---------|---------|---------|
| Tip_rat   | 3  | 1,6    | 0,5333  | 1,2     | 0,324   |
| Residuals | 36 | 16,0   | 0,4444  |         |         |
| Total     | 39 | 17,6   |         |         |         |

*Notas:* Análisis de varianza (ANOVA). Cuadrados medios ajustados (Mean Sq).

Suma de cuadrados ajustados (Sum Sq).

**Figura 23**

*Los diagramas de caja de los roedores para cada linaje/generación*

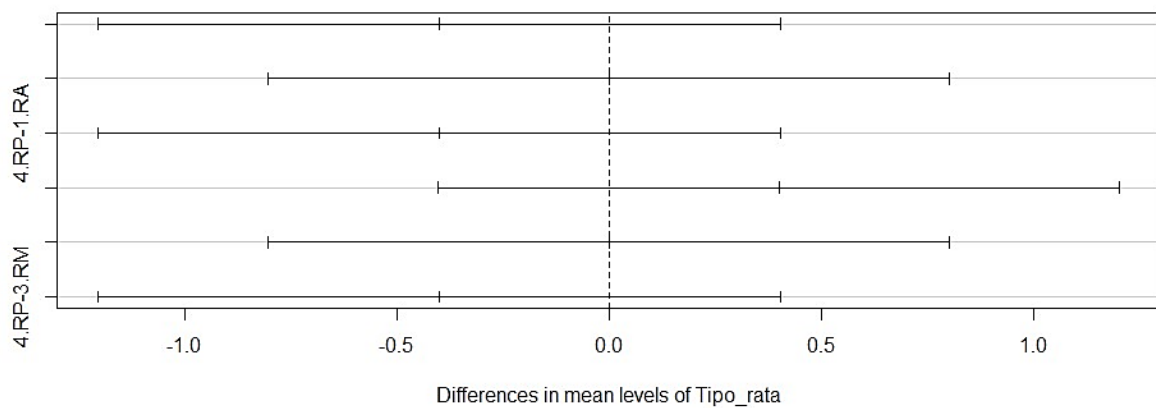


*Notas:* RA= rata albina, RN= rata negra, RM= rata moteada, RP= rata parda.

En la figura 23, los diagramas de caja son construidos con los valores correspondientes a 10 nodrizas para cada linaje/generación. Sin embargo, no existe variabilidad entre ellos.

**Figura 24**

*Gráfico de comparaciones entre los cuatro linajes, mediante Tukey 95%*



*Notas:* Comparaciones múltiples de medias de Tukey 95% de nivel de confianza familiar.

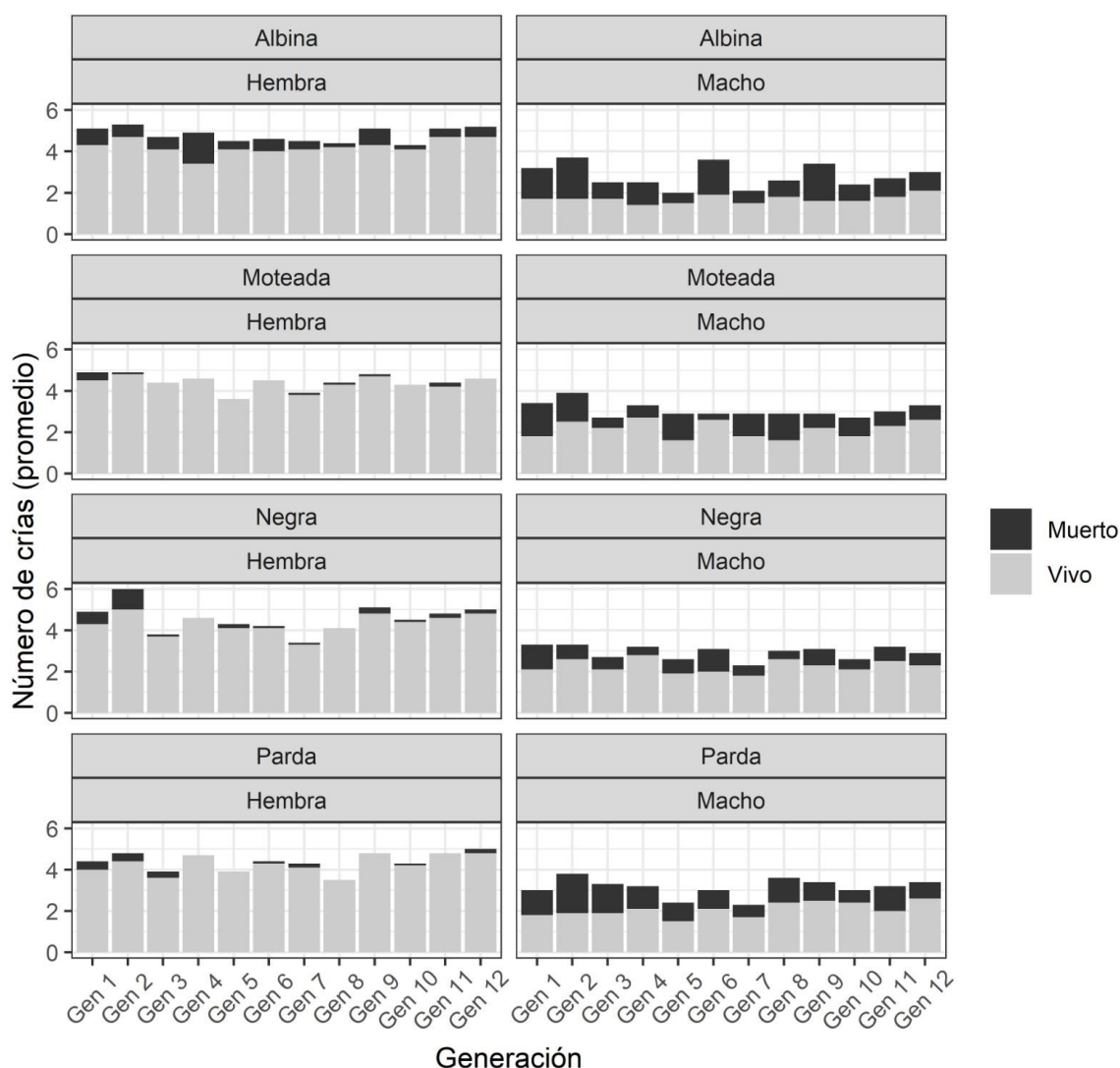
En la figura 24, se realizó la prueba de Tukey para determinar si existe diferencias significativas entre el número de crías por camadas y el tipo de ratas. Los niveles de los factores han sido ordenados y se determinó que no existe diferencia significativa entre los grupos de linajes.

## b) Supervivencia y sexado de neonatos

Se analizó el sexo y la supervivencia de los neonatos nacidos a partir del cruce de nodrizas de los cuatro linajes. Se registró el número de neonatos por sexo, especificando aquellos que fallecieron desde el nacimiento hasta el destete. Para estudiar las características de las poblaciones de roedores urbanos, se llevó a cabo un seguimiento sistemático del número de crías por camada, su género y cuántos logran sobrevivir hasta el destete.

**Figura 25**

*Número de crías (promedio) durante la generación doce*



En la figura 25, las hembras presentan una mayor tasa de supervivencia desde el nacimiento hasta el destete, que se lleva a cabo a los 21 días de edad, en contraste con los

machos, una observación que concuerda con la cepa Wistar. Según Bethan et al., (2012), este fenómeno podría explicarse por niveles más bajos de producción de peróxido de hidrógeno en las mitocondrias de las ratas hembras, acompañados de niveles más elevados de enzimas antioxidantes y un menor daño oxidativo al ADN mitocondrial en comparación con los machos. Estos factores podrían ser determinantes para una mayor longevidad en las hembras.

#### 4.4. Descripción de características biológicas y comportamentales de los roedores sinantrópicos que los hacen adecuados como modelos experimentales.

##### a) Características morfométricas

**Tabla 17**

*Medidas morfométricas de los roedores como modelos experimentales*

| <b>Morfometría</b> |                 |            |            |            |            |            |
|--------------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Género</b>      | <i>Medición</i> | <i>BRN</i> | <i>WBB</i> | <i>WHT</i> | <i>VVB</i> | <i>BLK</i> |
| <b>Machos</b>      | <b>LC (cm)</b>  | 18,5       | 18,5       | 17,8       | 16,9       | 21,5       |
|                    | <b>LO (cm)</b>  | 1,9        | 1,8        | 1,8        | 1,8        | 2,2        |
|                    | <b>LP (cm)</b>  | 4,2        | 4,3        | 4,0        | 4,1        | 4,0        |
|                    | <b>NA (Nº)</b>  | 6,0        | 6,0        | 6,0        | 6,0        | 6,0        |
|                    | <b>TT (cm)</b>  | 44,0       | 38,5       | 41,0       | 39,0       | 40,0       |
|                    | <b>PT (g)</b>   | 557        | 402        | 408        | 424        | 433        |
| <b>Hembras</b>     | <b>LC (cm)</b>  | 17,5       | 17,5       | 17,0       | 16,5       | 19,0       |
|                    | <b>LO (cm)</b>  | 1,7        | 2,0        | 1,7        | 2,0        | 2,0        |
|                    | <b>LP (cm)</b>  | 4,0        | 3,5        | 3,5        | 4,0        | 3,7        |
|                    | <b>NA (Nº)</b>  | 6,0        | 6,0        | 6,0        | 6,0        | 6,0        |
|                    | <b>TT (cm)</b>  | 41,0       | 41,0       | 35,5       | 35,0       | 36,0       |
|                    | <b>PT (g)</b>   | 311        | 358        | 268        | 255        | 301        |

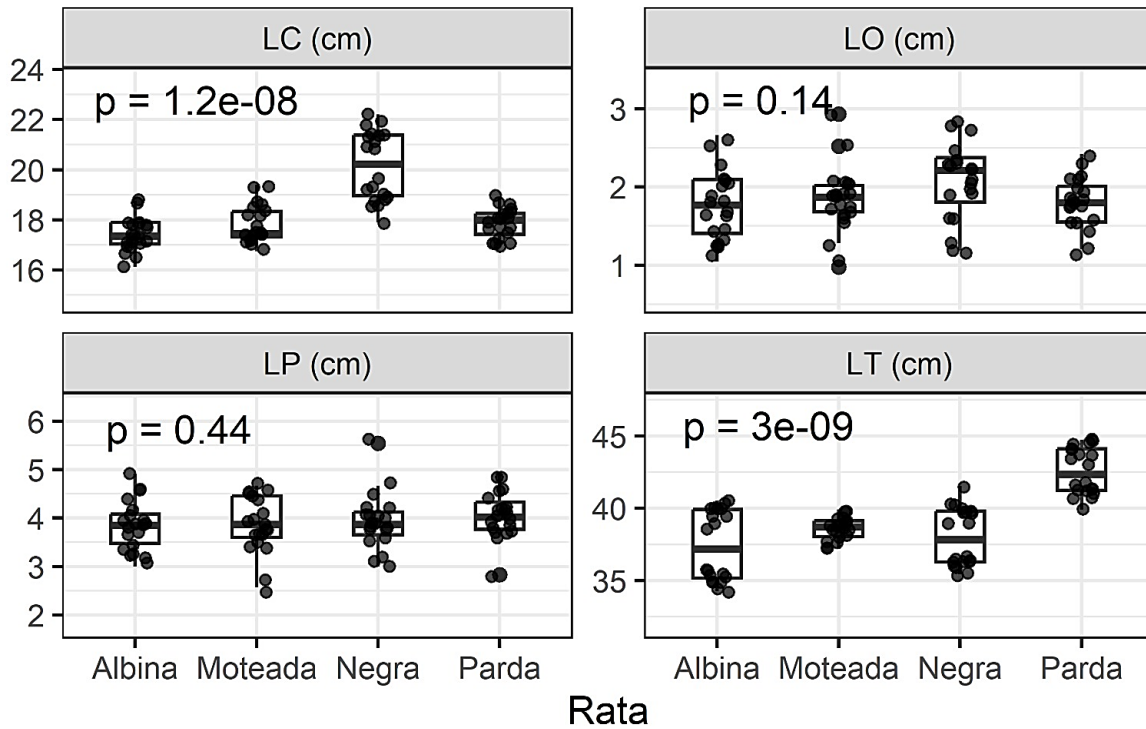
*Notas:* LC=longitud cola, LO=longitud oreja, LP=longitud pata, NA=número almohadilla, TT=tamaño total, PT=peso total.

Para determinar y catalogar la variedad de los especímenes, se utilizó el método clásico de medir las dimensiones craneales. Esto incluyó la altura del cuerpo mandibular, la altura

craneal, el ancho craneal total, el ancho inter cigomático, la longitud maxilar superior, la longitud mandibular y la longitud nasal.

**Figura 26**

*Morfometría de los cuatro linajes de roedores*



En la figura 26, los diagramas de caja se construyeron utilizando la mediana de los valores obtenidos a partir de 10 ratas de cada linaje, abarcando medidas como la longitud de la cola (LC), longitud de la oreja (LO), longitud de la pata (LP) y longitud total (LT). Cada gráfico indica la significancia estadística de las diferencias entre grupos, evaluada mediante la prueba de Kruskal-Wallis. En cuanto a las características distintivas entre las especies, en *Rattus norvegicus* la longitud de la cola es menor que la distancia entre el hocico y el ano, y las orejas son de tamaño reducido. Por otro lado, en *Rattus rattus*, la cola es más larga que la distancia entre el hocico y el ano, y las orejas son más grandes.

**Tabla 18***Mediciones craneales de los roedores modelos experimentales*

| <b>Ratas</b>   |               | <b>Craneometría (mm)</b> |            |            |            |            |            |            |
|----------------|---------------|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                |               | <b>LCT</b>               | <b>LNS</b> | <b>ACR</b> | <b>ANS</b> | <b>AIO</b> | <b>AIC</b> | <b>ACT</b> |
| <b>Machos</b>  | <b>Pardas</b> | 47,20                    | 18,30      | 16,60      | 5,00       | 7,20       | 23,50      | 16,28      |
|                | <b>Negras</b> | 49,32                    | 17,00      | 15,90      | 4,95       | 7,00       | 21,40      | 15,30      |
| <b>Hembras</b> | <b>Pardas</b> | 44,10                    | 16,90      | 14,20      | 4,16       | 7,03       | 22,09      | 16,03      |
|                | <b>Negras</b> | 45,55                    | 16,01      | 13,25      | 3,10       | 6,90       | 20,85      | 15,06      |

*Notas:* LCT=longitud craneal total, LNS=longitud nasal, ACR=altura craneal,

ANS=anchura nasal, AIO=anchura inter orbital, AIC=anchura inter cigomatica,

ACT=anchura craneal total.

**Tabla 19***Mediciones maxilares y mandibulares de los roedores modelos experimentales*

| <b>Ratas</b> | <b>Craneometría (mm)</b> |            |            |            |
|--------------|--------------------------|------------|------------|------------|
|              | <b>LMS</b>               | <b>ADM</b> | <b>LMT</b> | <b>ACM</b> |
| <b>Parda</b> | 26,10                    | 9,80       | 26,49      | 4,30       |
| <b>Negra</b> | 25,55                    | 9,71       | 25,96      | 3,97       |

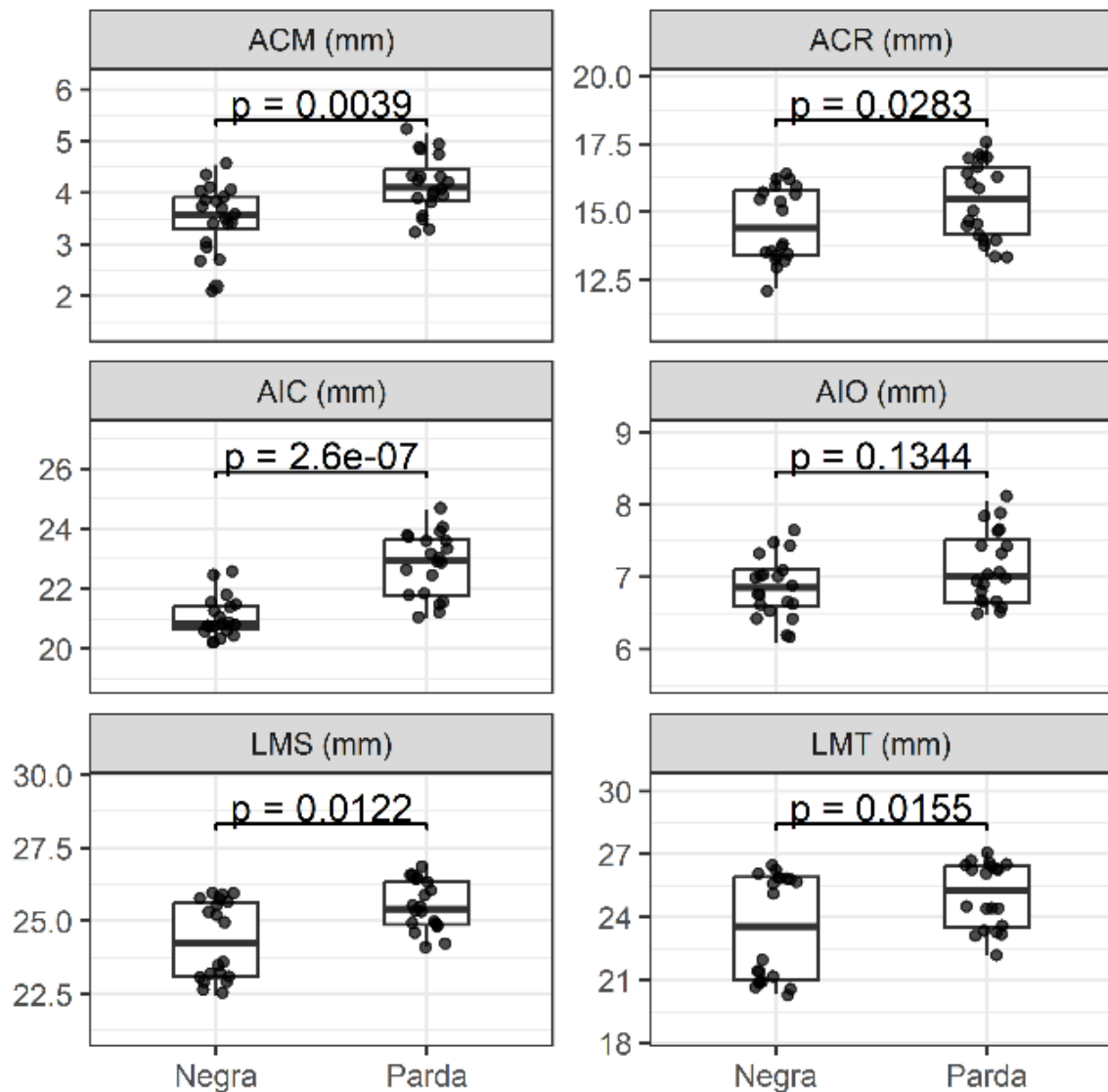
*Notas:* LMS=longitud maxilar superior total, ADM= anchura del maxilar,

LMT=longitud mandibular total, ACM=altura del cuerpo mandibular.

En las tablas 18 y 19, las medidas basadas en la craneometría, se obtuvo de las variedades como la 'negra' (*Rattus rattus*) y la variedad rata 'parda' (*Rattus norvegicus*). Los especímenes mostraron cuatro incisivos en constante crecimiento, dos arriba y dos abajo; pero no se observó los caninos ni premolares, lo que crea un espacio vacío llamado diastema entre los incisivos y los molares.

**Figura 27**

*Características morfológicas de los roedores I*

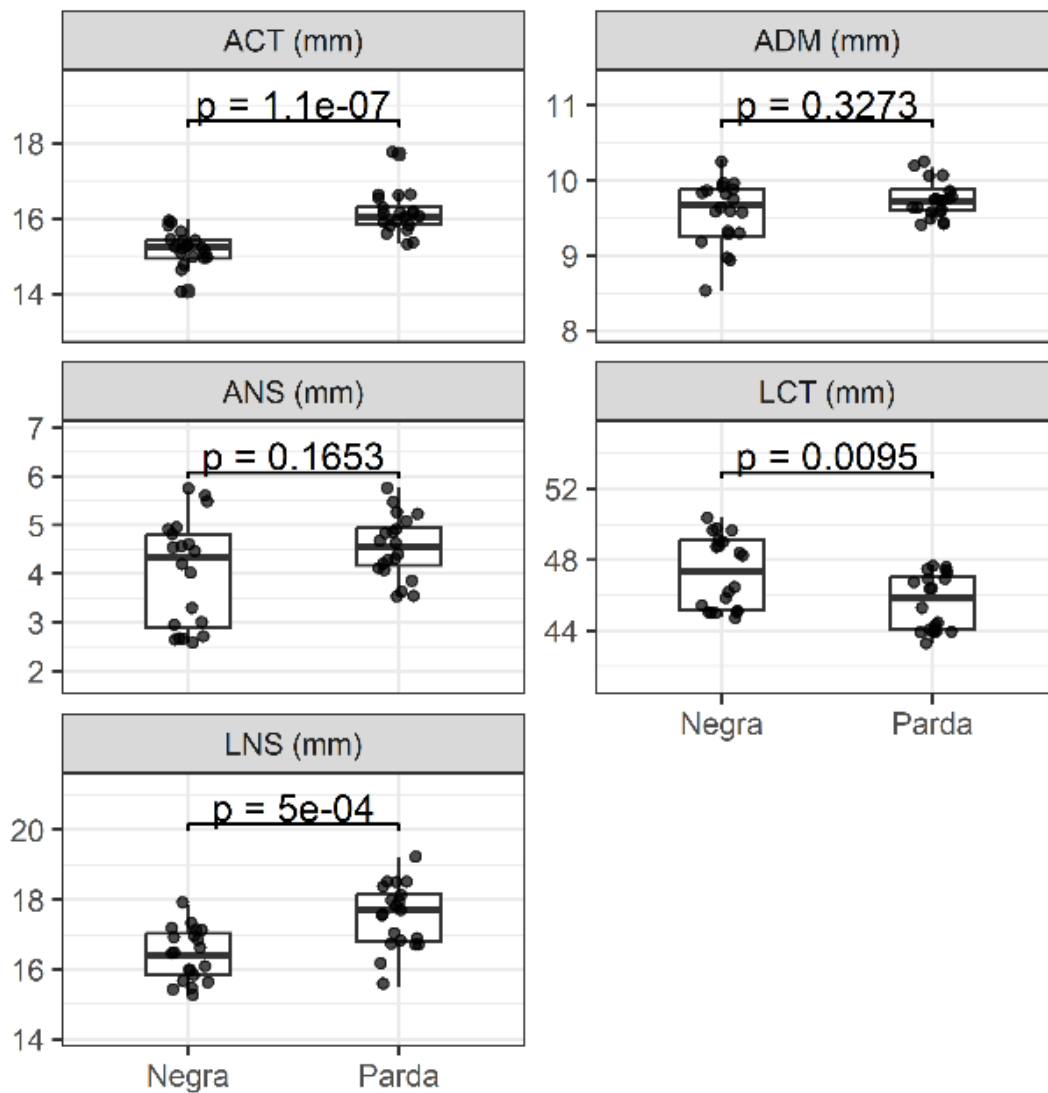


En la figura 27 y 28, los diagramas de caja se construyeron utilizando la mediana de los valores obtenidos a partir de 10 ratas de cada linaje, incluyendo medidas como la altura del cuerpo mandibular (ACM), altura craneal (ACR), ancho craneal total (ACT), ancho del maxilar (ADM), ancho inter cigomático (AIC), ancho inter orbital (AIO), ancho nasal (ANS), longitud craneal total (LCT), longitud maxilar superior (LMS), longitud mandibular (LMT) y longitud

nasal (LNS). Cada gráfico indica la significancia estadística de las diferencias entre grupos, evaluada mediante la prueba de Mann-Whitney.

**Figura 28**

*Características morfológicas de los roedores II*



Investigaciones previas en poblaciones insulares han encontrado que *Rattus rattus* tiene tamaños craneales más grandes que en áreas continentales, incluso supera ciertos parámetros mandibulares de *Rattus norvegicus*. Esto se atribuye a factores ecológicos como la disminución de la competencia y la presión de depredación, junto con la disponibilidad de recursos tróficos ricos en calcio (Aymen et al., 2017).

## b) Estado sanitario

Se logró un adecuado estado de salud y bienestar animal en condiciones que cumplían con los requisitos físicos y de comportamiento de los modelos animales. Se aseguraron condiciones apropiadas de alojamiento, nutrición y sanidad, incluyendo aspectos como temperatura, humedad, iluminación, ruido, acceso al agua y la comida, así como medidas de higiene y prevención y control de enfermedades. Este modelo, como reactivo biológico, posee una composición genético-sanitaria específica.

Se realizó un análisis comparativo de la concentración plasmática de las poblaciones de glóbulos blancos y rojos en las diversas variedades de roedores modelos.

**Tabla 20**

*Valores normales de los parámetros hematológicos*

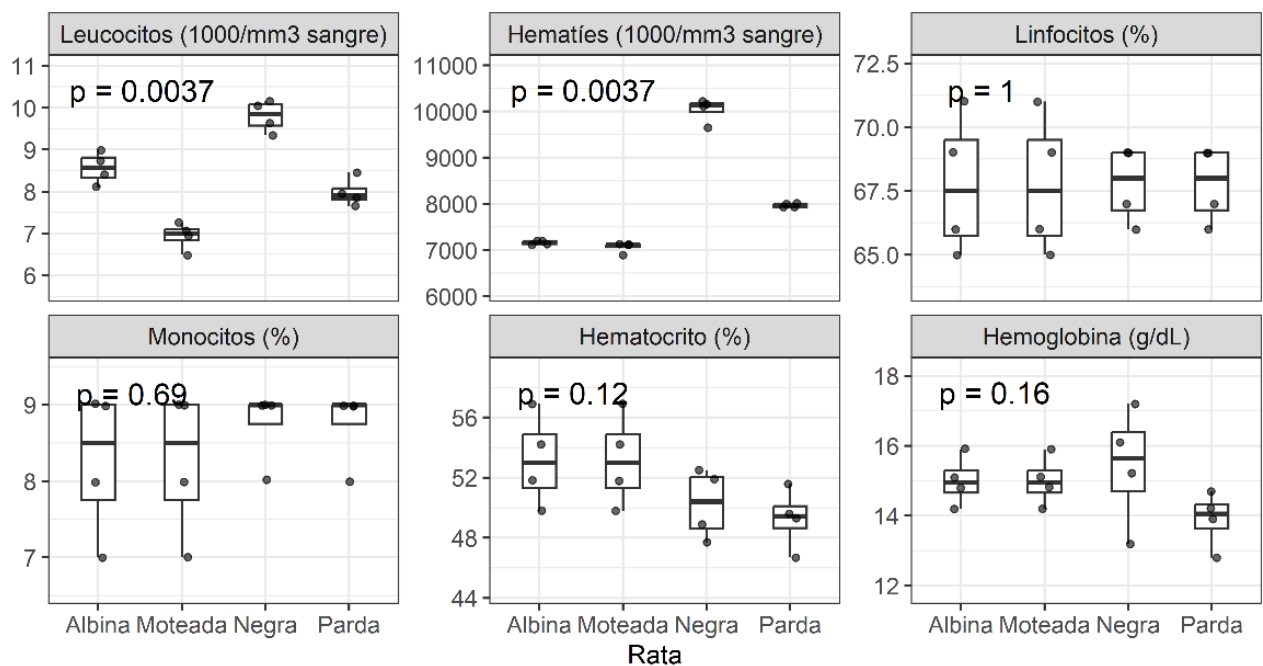
| <b>Sangre</b>                     | <b>Valor</b>                        |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Volumen de sangre</b>          | 5,6-7,1 ml/100 g de peso corporal   |
| <b>Volumen plasmático</b>         | 3,08-3,67 ml/100 g de peso corporal |
| <b>Recuento de glóbulos rojos</b> | $7-10 \times 10^6$ células/ $\mu$ l |
| <b>Hemoglobina</b>                | 11-19 g/dl                          |
| <b>Tiempo de coagulación</b>      | 2-5 minutos                         |
| <b>Tiempo de protrombina</b>      | 8-4 segundos                        |
| <b>Recuento de leucocitos</b>     | <b>Valor</b>                        |
| <b>Total</b>                      | $9(6-18) \times 10^3$ / $\mu$ l     |
| <b>Neutrófilos</b>                | 14-20%                              |
| <b>Linfocitos</b>                 | 69-86%                              |
| <b>Monocitos</b>                  | 1-6%                                |
| <b>Eosinófilos</b>                | 1-4%                                |
| <b>Basófilos</b>                  | Extraño                             |
| <b>Plaquetas</b>                  | $500-1.000 \times 10^3$ / $\mu$ l   |

*Notas:* dl= decilitro.  $\mu$ l= microlitro. mg= miligramo.

Respecto a los parámetros hematológicos el porcentaje de linfocitos, monocitos, hematocrito y concentración de la hemoglobina no mostraron diferencias significativas entre los linajes. Sin embargo, las ratas negras y pardas contabilizaron una disminución significativa en el número absoluto de linfocitos y hematíes, respecto a las ratas moteadas y albinas.

**Figura 29**

*Características hematológicas de los linajes establecidos en el bioterio de la UNJBG*



En la figura 29, se presentan los recuentos totales de leucocitos y hematíes, así como el porcentaje de linfocitos, monocitos, el hematocrito y la concentración de hemoglobina. Cada gráfico muestra la significancia estadística de las diferencias entre grupos, evaluada mediante la prueba de Kruskal-Wallis.

### C) Roedores sinantrópicos como modelos experimentales

**Tabla 21**

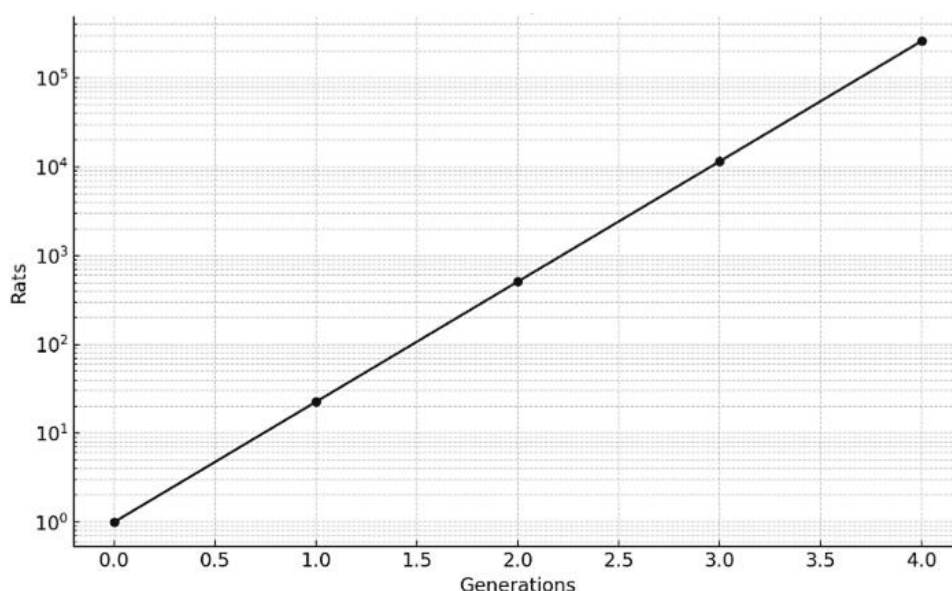
*Registro poblacional de roedores durante las generaciones*

| Generations | Rats (1) | %     | Rats (10) | %          |
|-------------|----------|-------|-----------|------------|
| 0           | 1        | 0,00  | 10        | 0,00036636 |
| 1           | 22,6     | 0,01  | 226       | 0,0082798  |
| 2           | 510,76   | 0,19  | 5107,6    | 0,18712354 |
| 3           | 11543,2  | 4,23  | 115432    | 4,22900088 |
| 4           | 260876   | 95,58 | 2608758   | 95,5752294 |

La tabla 21, se observa el aumento en la población de ratas a través de las generaciones, mostrando cómo incluso un pequeño número inicial de ratas puede conducir a una población muy grande en unas pocas generaciones.

**Figura 30**

*Gráfica de la curva de crecimiento poblacional de ratas en función de las generaciones*



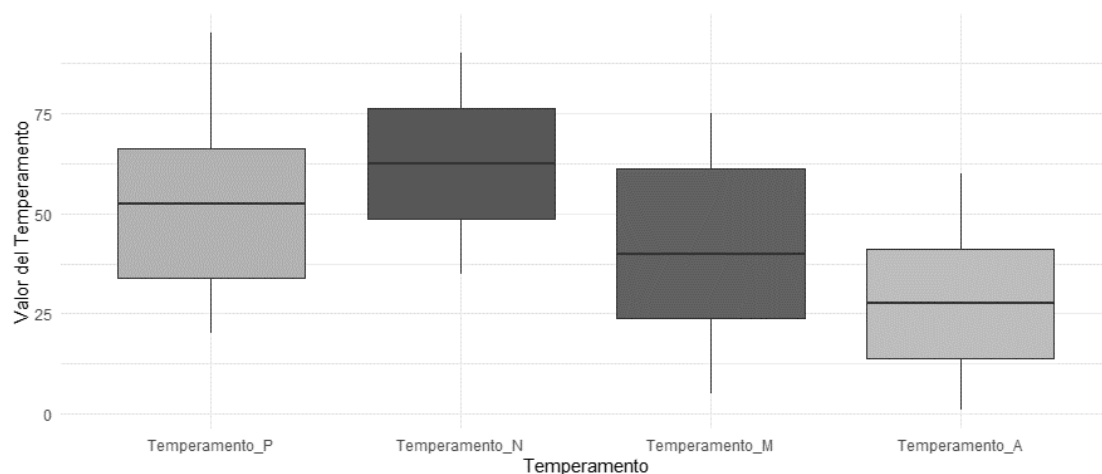
En la figura 31, el gráfico muestra un crecimiento acelerado de la población de ratas, con un aumento significativo en cada generación. Esta tendencia es característica de un

crecimiento exponencial, donde la población se multiplica rápidamente debido a la alta tasa de reproducción y la corta madurez reproductiva de las ratas.

Esta proyección muestra un crecimiento exponencial de la población de ratas hembras en el laboratorio. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este modelo simplificado no considera factores limitantes como la disponibilidad de espacio, alimentos, o el manejo adecuado de la población en un entorno de laboratorio. En un entorno real, la tasa de crecimiento estaría influenciada por estos y otros factores.

**Figura 31**

*La distribución de los valores de los distintos temperamentos*

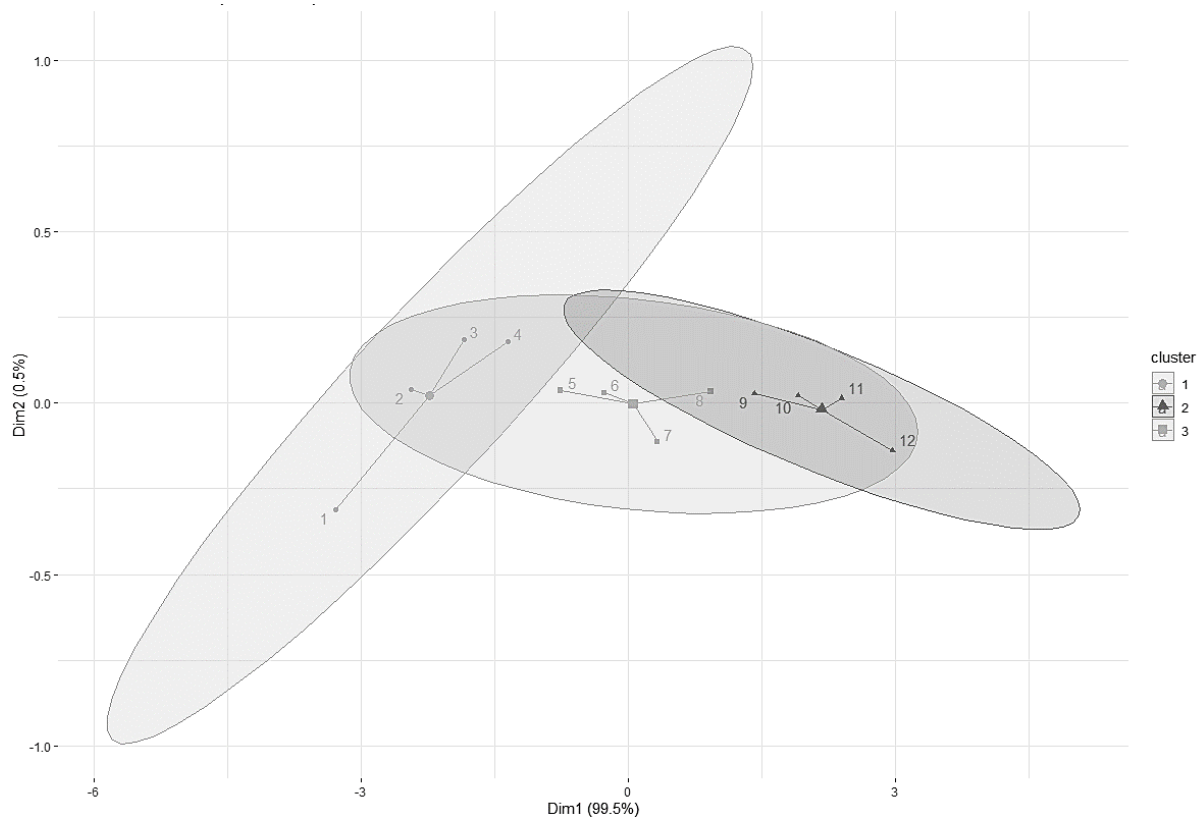


En la figura 31, el temperamento de las ratas negras (N), tiende a tener los valores más altos; mientras que el temperamento de las ratas albinas (A) tiene los valores más bajos. Los temperamentos de las ratas pardas (P) y ratas moteadas (M) están en un rango intermedio. La mediana del temperamento de la rata negra es la más alta, lo que indica que este temperamento es más prevalente en la población de ratas estudiadas. Todos los temperamentos muestran una cierta variabilidad en sus valores, pero ninguno presenta valores atípicos extremos.

Este análisis proporciona una visión clara de cómo varían los diferentes temperamentos a lo largo de las generaciones y permite identificar qué temperamentos son más o menos predominantes en la población de ratas estudiada.

**Figura 32**

*Gráfica de la curva de crecimiento poblacional de ratas en función de las generaciones*



En la figura 32, el gráfico de clúster muestra claramente cómo las generaciones de ratas se agrupan en términos de sus características de temperamento. Las primeras generaciones (1-4) forman un grupo con temperamentos más pronunciados, las generaciones intermedias (5-8) forman un grupo con temperamentos intermedios, y las últimas generaciones (9-12) forman un grupo con temperamentos menos marcados. Este análisis puede ser útil para entender cómo las características de temperamento evolucionan a lo largo de las generaciones.

**Tabla 22**

*Características biológicas de las ratas sinantrópicas como modelos experimentales*

| <b>Roedores sinantrópicos en el cautiverio</b> |                               |                              |
|------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| <b>Origen</b>                                  | Alcantarillas                 | Sembríos                     |
| <b>Roedores</b>                                | Rata parda                    | Rata negra                   |
| <b>Especie</b>                                 | <i>Rattus norvegicus</i>      | <i>Rattus rattus</i>         |
| <b>Variedad</b>                                | Única                         | Única                        |
| <b>Cruzamiento</b>                             | Exogámica                     | Exogámica                    |
| <b>Generación</b>                              | 12                            | 12                           |
| <b>Color del pelaje</b>                        | Cuerpo gris pardo             | Cuerpo negro                 |
| <b>Color de ojos</b>                           | Negros                        | Negros                       |
| <b>Peso hembra</b>                             | 300g                          | 295g                         |
| <b>Peso macho</b>                              | 450g                          | 446g                         |
| <b>Edad óptima</b>                             | 4 meses                       | 4 meses                      |
| <b>Tiempo de vida</b>                          | 6 – 8 años                    | 4 – 8 años                   |
| <b>Nº camadas</b>                              | 8 – 10 crías                  | 6 – 8 crías                  |
| <b>Cualidades</b>                              | Habilidad, resistencia, dócil | Agilidad, resistencia, calmo |

En la tabla 22, se observa la comparación distintiva de las características biológicas de las ratas sinantrópicas, rata parda y rata negra.

La rata parda, fue el primer individuo capturado y desarrollado en cautiverio para ser utilizado como modelo animal en pruebas experimentales, este espécimen logró ser domesticado con éxito durante su etapa juvenil. Sin embargo, los ejemplares adultos no toleraron la interacción con los humanos.

Las ratas pardas, demostraron una notable capacidad de orientación en entornos oscuros. Sus sentidos, especialmente el oído, el olfato y el gusto, están altamente desarrollados. El cuerpo es tosco y la cola cubierta de escamas en anillo; el hocico es más romo y las orejas más cortas que las de la rata negra (Palomo et al., 2007).

La rata negra, fue el segundo espécimen domesticado en los ambientes del cautiverio. Este roedor tiene un cuerpo alargado, un hocico puntiagudo, ojos negros y largas orejas que, al estirarse hacia adelante, llegan al borde del ojo. Las hembras son ligeramente más pequeñas que los machos. En los adultos, la parte dorsal muestra una coloración muy oscura, con tonos

que van desde el gris oscuro hasta casi negro, mientras que el vientre presenta una tonalidad grisácea (Palomo et al., 2007).

**Tabla 23**

*Caracteres biológicos de los roedores variantes como modelos experimentales*

| Roedores modelos experimentales |                          |                             |
|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <b>Origen</b>                   | Bioterio                 | Bioterio                    |
| <b>Roedores</b>                 | Rata albina              | Rata “moteada”              |
| <b>Especie</b>                  | <i>Rattus norvegicus</i> | <i>Rattus norvegicus</i>    |
| <b>Variedad</b>                 | Wistar                   | “moteada” (long evans)      |
| <b>Cruzamiento</b>              | Exogámica                | Exogámica                   |
| <b>Generación</b>               | 12                       | 12                          |
| <b>Color del pelaje</b>         | Cuerpo albino            | Cuerpo albino, cabeza negra |
| <b>Color de ojos</b>            | Rojos                    | negros                      |
| <b>Peso hembra</b>              | 288g                     | 290g                        |
| <b>Peso macho</b>               | 440g                     | 443g                        |
| <b>Edad óptima</b>              | 4 meses                  | 3 meses                     |
| <b>Tiempo de vida</b>           | 4 – 8 años               | 6 – 10 años                 |
| <b>Nº camadas</b>               | 8 – 12 crías             | 10 – 16 crías               |
| <b>Cualidades</b>               | Dócil                    | Dócil, habilidad, sensible  |

Las ratas "moteadas o machadas" del bioterio son una variedad desarrollada a partir de cruces exogámicos entre una hembra albina y un macho gris sinantrópicos. Esta variante, con un patrón bicolor y una cola que puede alcanzar 23 cm, fue desarrollada de manera independiente, aunque ya había sido creada por Long y Evans en 1915. Las ratas, que pueden pesar hasta 600 g, son robustas, saludables, y tienen una esperanza de vida de 6 a 10 años. Son nocturnas, dormitan durante el día y suelen ser juguetonas e inquietas.

Las ratas “moteadas”, mayormente son blancas con una capucha negra, aunque ocasionalmente existe las de capucha parda. A pesar de que trabajos previos en experimentación con estos roedores las consideraban poco dóciles y agresivas, la generación criada en el bioterio ha demostrado ser tan dócil, fácilmente manipulable, juguetona y altamente sensible como las ratas albinas. Se utilizan como organismos modelo versátiles en

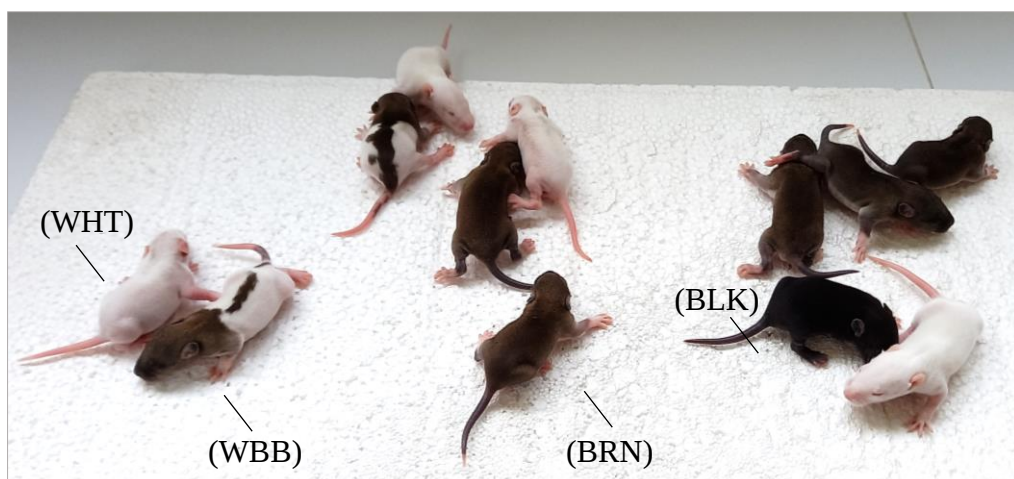
pruebas biológicas, clínicas e incluso en investigaciones sobre la psicología del comportamiento.

La rata albina se destaca como una de las especies más populares para la investigación en entornos de laboratorio. Se caracteriza por su cabeza ancha, orejas largas, ojos rojos y una cola que siempre es más corta que la longitud de su cuerpo. En comparación con otros roedores, las ratas Wistar son más activas. Un modelo experimental es aquel capaz de reproducir parcial o totalmente una característica determinada que sirva para extrapolar al hombre o a otros animales y se adapte al estudio que se realiza (Van der Gulden et al., 1993).

Habitualmente, muchos investigadores que trabajan con animales de laboratorio, especialmente ratones, ratas y conejos de pelaje blanco, albinos, son en realidad mutantes. La falta de pigmentación, o la ausencia de melanina, conocida como albinismo, no constituye el estado natural de todos estos animales. Aunque las cepas albinas son ampliamente utilizadas y populares en campos como la biología, biomedicina y biotecnología, es crucial comprender el fenotipo completo asociado al albinismo. Esto permite identificar tanto las ventajas como los inconvenientes de trabajar con animales de laboratorio que presentan esta condición (Redondo, 2021).

**Figura 33**

*Modelos animales experimentales obtenidos durante generación 12*



*Notas:* WBB=moteadas, WHT=albinas, BRN=pardas, BLK=negras.

En la figura 34, son los modelos experimentales desarrollados en el bioterio de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Estos roedores como modelos experimentales, nativos de esta región sur del país, es promisorio lograr resultados eficientes y eficaces. Teniendo en cuenta que toda investigación al realizar ensayos en animales requiere garantía y selección para evitar errores en los resultados y pérdida de información en las pruebas. Estos roedores tienen el potencial de convertirse en la variante de especie *Rattus norvegicus* más utilizada en experimentos de investigación, ofreciendo contribuciones fundamentales para comprender funciones biológicas, la fisiopatología de enfermedades, así como el avance de técnicas relacionadas con diagnóstico, tratamiento y prevención. Además, se prevé que esta variante sea instrumental en el desarrollo de nuevos medicamentos, protocolos anestésicos, técnicas quirúrgicas, vacunas, trasplantes de tejidos, así como en la investigación sobre tumores o el cáncer.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

El estudio describe el proceso de adaptación y obtención de variantes biológicamente estandarizadas como modelos animales para experimentación a partir de ratas sinantrópicas acondicionadas en el bioterio de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (UNJBG). Se utilizaron roedores de la especie *Rattus norvegicus*, "parda" y la especie *Rattus rattus*, conocida como "negra". Se llevaron a cabo doce generaciones con estrictos protocolos de domesticación, reproducción y crianza, bajo condiciones controladas de iluminación, humedad, estímulos sonoros y dieta. No hay un número fijo de generaciones establecido para desarrollar un modelo animal.

Las nuevas generaciones se mostraron menos reactivos y temperamentales a nuevos estímulos en su entorno con la proximidad a los humanos (Galef, 1970). Es posible domesticar roedores sinantrópicos jóvenes manipulándolos con frecuencia. Este tipo de manejo reduce en gran medida su agresividad hacia los humanos. Por lo tanto, el temperamento de un animal sinantrópico domesticado puede ser bastante diferente de un animal silvestre. Hernández (2006), señala que esto depende de diversos factores como la especie y la complejidad de adaptabilidad.

Las ratas hembras y variantes desarrolladas, en condiciones controladas tienen una media de 10 crías por camada, similar a la cepa Wistar (Vargas et al., 2018). Estas ratas muestran una mayor viabilidad desde el nacimiento hasta el destete, las crías hembras nacen y predominan en mayor número en comparación con las crías machos. Según Clifford et al., (2013), la predominancia de las hembras es posiblemente debido a niveles más bajos de peróxido de hidrógeno y mayor actividad de enzimas antioxidantes. El cuidado parental, incluida la colaboración entre hembras para el bienestar de las crías, es crucial para la

supervivencia de las camadas y la estrategia reproductiva exitosa. Este comportamiento también se observa en las nuevas variantes desarrolladas.

Se realizó un análisis de salud en roedores del bioterio de la UNJBG, enfocándose en los parámetros hematológicos, aunque se observó un incremento significativo en el conteo de leucocitos y hematíes en la especie *Rattus rattus* en comparación con las variantes de *Rattus norvegicus*, estos resultados se encuentran dentro del rango de referencia reportado en ambas especies por otros estudios (Melo et al., 2012). Los resultados mostraron valores similares entre las diferentes especies y variantes estudiadas.

En el análisis morfométrico y la evaluación fenotípica entre los roedores se encontró que la variedad "parda" (*Rattus norvegicus*) tiene una longitud total mayor que la variedad "negra" (*Rattus rattus*), pero esta última tiene una longitud de cola superior a la variante albina. En medidas centradas en la craneometría, la variedad "negra" (*Rattus rattus*) muestra una longitud craneal y un ancho del maxilar mayores que la variedad "parda" (*Rattus norvegicus*), aunque esta última presenta dimensiones craneales más grandes en otras medidas. Las mediciones de los roedores experimentales no evidenciaron las diferencias significativas entre las variantes, pero se observa una marcada diferencia entre los géneros.

Esta investigación se ha centrado en describir taxonómicamente modelos animales de estudio, sin abordar aún evaluaciones moleculares. Sin embargo, los resultados resaltan la factibilidad de domesticar nuevas variantes de ratas con características reproductivas y morfométricas estandarizadas. Esto ampliará la investigación preclínica en la UNJBG y otras instituciones en la costa sur del Perú. Las variantes domesticadas muestran similitudes con la rata albina *Rattus norvegicus*, variedad Wistar, común en investigaciones preclínicas en salud.

## CONCLUSIONES

- Se describió el proceso de la domesticación de los roedores sinantrópicos como modelos experimentales, requirió un riguroso control en la reproducción y un sistema de crianza que optimizara los tiempos de procreación, asegurando así la confiabilidad de la investigación. Para cumplir con estos criterios, fue necesario contar con experiencia y un profundo entendimiento de los procesos reproductivos de la especie, especialmente en lo que respecta al ciclo estral de las hembras. Estos modelos experimentales presentaron características reproductivas similares a las cepas Wistar y Sprague Dawley, con un crecimiento continuo de la población de 8 a 10 generaciones por año, destacándose por producir camadas significativamente más grandes (de 8 a 16 crías) y una mayor longevidad (de 4 a 10 años).
- Se establecieron las condiciones adecuadas para la crianza de roedores sinantrópicos, un proceso complejo que exige crear un entorno propicio que minimice el estrés y favorezca el comportamiento reproductivo natural. Aunque estos animales están adaptados a vivir cerca de los humanos. Para mantener su crianza fue fundamental que las condiciones recrearan aspectos de su hábitat natural y se ajustaran a sus necesidades biológicas, incluyendo tanto el ambiente físico como el manejo social de los individuos. Los factores como la luz artificial, ventilación y ruido se regularon cuidadosa y manualmente. Asimismo, los factores ambientales como la temperatura y humedad se registraron con los datos pronosticados por SENAMHI, con la finalidad de imitar el entorno al que estos roedores están habituados, favoreciendo así su bienestar fisiológico. La alimentación fue otro elemento clave para una crianza sostenible, requiriendo una dieta balanceada que cubriera sus necesidades nutricionales específicas y garantizara la salud de madres y crías.

- Se determinó el potencial reproductivo con una producción exitosa de 8 a 10 crías por camada a lo largo de doce generaciones, similar a la tasa prolífica observada en la cepa Wistar. Se identificó el sexo de los neonatos, observándose una predominancia de crías hembras sobre machos, en la proporción de 3 a 1. Las ratas hembras mostraron mayor viabilidad desde el nacimiento hasta el destete. Este predominio de hembras al nacer puede atribuirse a una menor producción de peróxido de hidrógeno en sus mitocondrias, niveles más altos de enzimas antioxidantes y menor daño oxidativo al ADN mitocondrial en comparación con los machos, factores que también podrían contribuir a una mayor longevidad en hembras. Además, el cuidado parental, especialmente la colaboración entre hembras para el bienestar de las crías, es crucial para la supervivencia de las camadas y una estrategia reproductiva exitosa en las ratas.
- Se describieron las características biológicas y comportamentales de los roedores sinantrópicos, destacándolos como modelos experimentales altamente versátiles y efectivos. Su facilidad de manejo, adaptabilidad, docilidad y menor temperamento, a lo largo de generaciones y entornos experimentales, los convierten en herramientas fundamentales en la investigación. Los rasgos fenotípicos (coloración del pelaje) y morfométricos (medidas corporales y craneales) aportaron información útil para la clasificación taxonómica de las especies. Se observaron claras diferencias morfológicas entre *Rattus norvegicus* (cuerpo robusto, hocico ancho, orejas cortas y cola corta) y *Rattus rattus* (cuerpo esbelto, hocico puntiagudo, orejas largas y cola larga). Además, se examinó el estado de salud de cada variante a nivel hematológico, observándose que los machos mostraron valores ligeramente más altos en el sistema de defensa, mientras que las hembras presentaron un nivel superior en el sistema inmunitario y transporte de oxígeno.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la aplicación de principios éticos en la gestión de los animales utilizados en experimentación y evitar el uso desmesurado de los especímenes.
- Se recomienda la identificación genotípica y molecular de las variantes de los especímenes estudiados.
- Se recomienda hacer estudios inmunológicos de las generaciones nuevas con la finalidad de determinar la susceptibilidad de los modelos animales.
- Se recomienda realizar análisis hematológico y bioquímico para estandarizar los valores de los especímenes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altuna, J. (1980). Historia de la domesticación animal en el País Vasco desde sus orígenes hasta la romanización. San Sebastián: Sociedad de Ciencias Aranzadi.  
<https://www.aranzadi.eus/fileadmin/docs/Munibe/1980007163>.
- Aymen, Ben, I., Imed, Ben, S., M'barek, Chetoui, & Nouira, S. (2017). Análisis morfométrico del *Rattus insular* y continental en Túnez. doi:[https://doi: 10.1515/BIOLOG-2017-0093](https://doi.org/10.1515/BIOLOG-2017-0093)
- Azúa, R. V. (1996). La domesticación animal. Plaza y Valdes.  
<https://www.amazon.com/-/es/Raul-Valadez-Azua/dp/9688564990>.
- Bakrania, B., George, E., & Granger, J. (2022). Animal models of preeclampsia: investigating pathophysiology and therapeutic targets. *Am J Obstet Gynecol*, 226(2S):S973-S987.  
doi:[https://doi: 10.1016/j.ajog.2020.10.025](https://doi.org/10.1016/j.ajog.2020.10.025).
- Benavides, F. J. (2003). Manual de genética de roedores de laboratorio. Principios básicos y aplicaciones. *Universidad de Alcalá de Henares y la SECAL. España*, 38.
- Benavides, F., & Guénet, J. (2003). *Manual de genética de roedores de laboratorio. Principios básicos y aplicaciones*.  
[http://www.montonerin.es/isttlegacy/books/Benavides\\_Guenet\\_2003/GENETICA\\_in\\_dice.pdf](http://www.montonerin.es/isttlegacy/books/Benavides_Guenet_2003/GENETICA_in_dice.pdf)
- Bethan, C., Wioletta, P., Simon, C., Langley-Evans, & McMullen, S. (2012). Impacto de las mejoras en la cría de roedores de laboratorio en la investigación del envejecimiento.  
doi:[https://doi: 10.1017/S0029665113002255](https://doi.org/10.1017/S0029665113002255).
- Borras, B. C. (2014). Sexo y longevidad. *Mètode Science Studies Journal*, 4.  
<https://metode.es/revistas-metode/monograficos/sexo-y-longevidad.html>

- Borroto-Páez, R., & Mancina, C. (2011). Mamíferos en Cuba: los mamíferos invasores o introducidos. (V. F. Editorial: UPC Print, Ed.) 271.  
[https://www.researchgate.net/publication/293821029\\_Los\\_mamiferos\\_invasores\\_o\\_introducidos](https://www.researchgate.net/publication/293821029_Los_mamiferos_invasores_o_introducidos)
- Borroto-Páez, R; Mancina, C. A. (2011). Mamíferos en Cuba: los mamíferos invasores o introducidos. *Editorial: UPC Print, Vaasa, Finlandia*, 271.  
[https://www.researchgate.net/publication/293821029\\_Los\\_mamiferos\\_invasores\\_o\\_introducidos](https://www.researchgate.net/publication/293821029_Los_mamiferos_invasores_o_introducidos)
- C.-Xi Yuan, J., Meng, Q., Tabrum, A., & Luo, Z. (2013). Earliest Evolution of Multituberculate Mammals Revealed by a New Jurassic Fossil. *Science*, 341: 779 - 783.
- Cagliada, M. D. (2021). La rata como animal de experimentación.  
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/132251>.
- Cagliada, M., Carbone, C., & Ayala, M. (2021). *La rata como animal de experimentación*. Libros de Cátedra. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/130045>
- Calhoun, J. B. (1963). La ecología y sociología de la rata noruega . *Washington, DC: Imprenta del Gobierno de EE. UU*, 1008.
- Cardozo, C., Mrad, A., Martinez, C., Rodriguez, E., & Lolas, F. (2007). El animal como sujeto experimental. Aspectos tecnicos y eticos. *evista Latinoamericana de Psicología*, 39(1), 164-167.
- Castle, W. (1947). La domesticación de la rata. *Genética*. 33, 109-117.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1079003/?page=5>

- Chenouard, V., Remy, S., Tesson, L., Ménoret, S., Ouisse, L., Cherifi, Y., & Anegon, I. (2021). Advances in genome editing and application to the generation of genetically modified rat models. *Front Genet*, 12. doi:[https://doi: 10.3389/fgene.2021.615491](https://doi.org/10.3389/fgene.2021.615491)
- Clifford, B., Pijacka, W., Langley-Evans, S., & McMullen, S. (2013). Impact of improvements in breeding of laboratory rodents in ageing research. *Proceedings of the Nutrition Society*, 72(OCE4):E200. doi:[https://doi:10.1017/S0029665113002255](https://doi.org/10.1017/S0029665113002255)
- Coppinger, R., & Coppinger, L. (2001). Perros: una nueva comprensión del origen, comportamiento y evolución caninos. *Prensa de la Universidad de Chicago*.  
<https://www.amazon.es/Perros-interpretación-origen-comportamiento-evolución/dp/8493265969>
- Coto, H. (2015). Protocolos para la vigilancia y control de roedores sinantrópicos. 8-13.  
<https://iris.paho.org/handle/10665.2/50507>
- De Martinez, C. A., De Osorio, A. M., Martinez, C., Rodriguez , E., & Stepke, F. (2007). *El animal como sujeto experimental: Aspectos técnicos y éticos*. Chile: Centro Interdisciplinario de Estudios en Bioética, Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo, Universidad de Chile. <https://biblioteca.multiversidadreal.com>
- De Oliveira, F. D. (2021). Valores de referência de parâmetros bioquímicos e hematológicos de *Rattus norvegicus* (Wistar) da Unidade de Produção Animal do Instituto de Pesquisa em Fármacos e Medicamentos da Universidade Federal da Paraíba. *Scientia Plena*, 17(3). doi:<https://doi.org/10.14808/sci.plena.2021.03490>
- Dirven , B. B., Pérez, R., Cáceres, R. J., Tito, A. T., Gómez , R. K., & Ticona, A. (2018). *El desarrollo rural establecido en las áreas Vulnerables*. Lima: Colección Racso.

- Drever, M. C. (1998). Diets of Norway rats, *Rattus norvegicus*, on Langara Island, Queen Charlotte Islands, British Columbia: implications for conservation of breeding seabirds. *Canadian Field-Naturalist*, 112(4), 676-683.
- Echeverri, J. J., & Quijano, J. H. (2016). *Genética cuantitativa aplicada al mejoramiento animal*. Universidad Nacional de Colombia. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=GgT2DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP8&dq>
- Feng, A. Y. (2014). The secret life of the city rat: a review of the ecology of urban Norway and black rats (*Rattus norvegicus* and *Rattus rattus*). *Urban Ecosystems*, 17 (1), 149-162. doi:<https://doi.org/10.1007/s11252-013-0305-4>
- Fernández, M. (2019). Curso Integral de Plagas Urbanas. <https://www.intagri.com/articulos/poscosecha-comercializacion/el-manejo-integrado-de-plagas-urbanas>
- Furano, A., & Usdin, K. (1995). Fosiles de ADN y analisis filogenetico utilizado ADN L1 para determinar la historia evolutiva de los mamiferos. *Journal of Biological Chemistry* 270(43), 25301-25304. doi:10.1074/jbc.270.43.25301
- Galef Jr, B. G. (1970). Aggression and timidity: responses to novelty in feral Norway rats. *Journal of Comparative and Physiological psychology*, 70(3p1), 370. doi:<https://doi.org/10.1037/h0028719>
- Galef, B. G. (1970). Agresión y timidez: respuestas a la novedad en ratas salvajes de Noruega. *. Revista de psicología comparada*. 70, 370-381.
- Gárate, I., Jiménez, P., Flores, K., & Espinoza, B. (2011). Registro de *Xenopsylla cheopis* como hospedero intermediario natural de *Hymenolepis diminuta* en Lima, Perú. *Revista*

*Peruana de Biología*, 18(2), 249-252.

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-)

99332011000200019

Genome Project. (17 de Febrero de 2007). *Ensembl.org*.

[http://www.ensembl.org/Rattus\\_norvegicus/Info/Index](http://www.ensembl.org/Rattus_norvegicus/Info/Index)

Gilbert, A., Rosenwasser, A., & Adler, N. (1985). Momento del parto y el apareamiento posparto en ratas noruegas: interacción de un temporizador de intervalos y una puerta circadiana. *Fisiología y Comportamiento*. 61-63.

Grandin, T. (1994). Solving livestock handling problems. *Veterinary medicine*, 89(10), 989-998. <https://www.researchgate.net/profile/Temple-Grandin/publication/266589526>

Grandin, T., Rooney, M., Phillips, M., Cambre, R., Irlbeck, N., & Graffam, W. (1995). Acondicionamiento de nyala (*Tragelaphus angasi*) para muestreo de sangre en una caja con refuerzo positivo. *Zoológico Biol.* 14, 261-273.

Grandin, T; Deesing, M. J. (1998). La genética del comportamiento animal. *Depto. de Ciencia Animal, Colorado State University, Fort Collins, Colorado* 80523-1171. <https://www.grandin.com/spanish/genetica.comportamiento.html>

Harlan Laboratories. (26 de Octubre de 2012). *Sprague Dawley® Outbred Rat*. <https://web.archive.org/web/20121026035220>

Hernández, S. (2006). El modelo animal en investigaciones biomédicas. *Biomedicina*, 2(3): 252-256.

Hetze, S., Sure, U., Schedlowski, M., Hadamitzky, M., & Barthel, L. (2021). Rodent models to analyze the glioma microenvironment. *ASN Neuro*, 13. doi:[https://doi:10.1177/17590914211005074](https://doi.org/10.1177/17590914211005074)

Institute, The Wistar. (2007). *The Wistar Institute*.

[https://wistar.org/about\\_wistar/history.html](https://wistar.org/about_wistar/history.html)

Jackson, W. B. (1982). Rata noruega y aliados. Mamíferos salvajes de América del Norte: biología, gestión, economía. *The Johns Hopkins University Press, Baltimore y Londres*.

Jacob, J. Y. (2003). What affects bait uptake by house mice in Australian grain fields? *The Journal of wildlife management*, 341-351. doi:<https://doi.org/10.2307/3802776>

Kalinin, A. (1994). The social organization in the groups of black rats (*Rattus rattus*) in comparison with Norway rats (*Rattus norvegicus*). *Zoologičeskij žurnal*, 73(3), 112-119. <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=4232088>

Keeler, C. (1942). La asociación del gen negro (no agutí) con el comportamiento en la rata noruega. *Revista de herencia*. 33, 371-384.

Khoshen, H. (2013). Enriquecimiento y Bienestar de Mamíferos en Cautiverio. Manual para Centro y Sur America. *Panama, Republica de Panama. Creative Commons*, 1-284. [https://www.academia.edu/8755049/Enriquecimiento\\_Ambiental\\_y\\_Bienestar\\_de\\_Mamíferos\\_en\\_Cautiverio](https://www.academia.edu/8755049/Enriquecimiento_Ambiental_y_Bienestar_de_Mamíferos_en_Cautiverio)

Krinke, G., Bunton, T., & Bullock, G. (2000). The Laboratory Rat (Handbook of Experimental Animals).

<https://www.amazon.com/-/es/George-J-Krinke/dp/012426400X>

Kruepunga, N., Hakvoort, T., Hikspoors, J., Köhler S. E, & Lamers, W. (2019). Anatomy of rodent and human livers: What are the differences? *Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis*, 1865(5):869-878. doi:<https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2018.05.019>.

- Levine, S., Haltmeyer, G., & Denenburg, V. (1967). Efectos fisiológicos y conductuales de la estimulación infantil. *Fisiologia del Comportamiento*. 2, 55-59.
- Mantalenakis, S., & Ketchel, M. (1966). Frecuencia y alcance del retraso en la implantación en ratas y ratones lactantes. *J. Reproducción. Fétil*. 12, 391-394.
- Matthews, I. (2022). Full revelations of a professional rat-catcher after 25 years' experience. The Friendly Societies' Printing Company, LDT. Manchester: Facsimilie reproduction produced in 1996 by Pryor Publications, Kent, UK.  
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=3VWLEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq>
- Mattiello, S. (1998). Proceso de domesticación. *Sitio Argentino de Producción Animal. Obiettivi y Documenti Veterinari N° 7/8*.
- McDonnell, M. J. (2015). Journal of Urban Ecology: Linking and promoting research and practice in the evolving discipline of urban ecology. *Journal of Urban Ecology*, 1(1), juv003. doi:<https://doi.org/10.1093/jue/juv003>
- Melo, M., Dória, G., Serafini, M., & Araújo, A. (2012). Valores de referência hematológicos e bioquímicos de ratos (*Rattus norvegicus* linhagem Wistar) provenientes do biotério central da Universidade Federal de Sergipe. *Scientia Plena*, 8(9).
- Meng, J., Dawson, M., & Zhai, R. (1994). Roedor fósil primitivo de Mongolia Interior y sus implicaciones para la filogenia de los mamíferos. *Naturaleza*, 134-136.  
[https://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/\\_documentos/tesis/tesis\\_1193.pdf](https://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/_documentos/tesis/tesis_1193.pdf)
- Mennella, J., Blumberg, M., McClintock, M., & Moltz, H. (1990). Competencia entre camadas y lactancia comunitaria entre ratas noruegas: ventajas de la sincronía del nacimiento. *Comportamiento. Ecológico. Sociobiol*. 27, 183-190.

- Mills, J., Childs, J., Ksiazek, T., & Peters, C. (1998). Métodos para trampeo y muestreo de pequeños mamíferos para estudios virológicos. *Atlanta: CDC*.  
[https://stacks.cdc.gov/view/cdc/11583/cdc\\_11583\\_DS1.pdf](https://stacks.cdc.gov/view/cdc/11583/cdc_11583_DS1.pdf)
- Montes, D., De la Ossa, j., & Fernandez, A. (2010). Ética animal se aplica en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Animales*, 377-384.  
[doi:https://doi.org/10.24188/recia.v2.n2.2010.319](https://doi.org/10.24188/recia.v2.n2.2010.319)
- Nold B. Y Parker G. . (03 de Setiembre de 2013). *Archive Today*.  
<http://www.afip.org/vetpath/POLA/POLA96/oldrats.txt>
- Novelo-Reyes, E., Ruiz-Piña, H., Canché-Pool, E. B., Panti-May, J. A., & Escobedo-Ortegón, F. J. (2022). El peridomicilio y la zoonosis en Yucatan hacia la búsqueda de una Salud. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*,, 25.  
<https://www.researchgate.net/profile/Enrique-Reyes-novelo/publication/355290947>
- Oliveira, F., Ferreira, R., Parentoni, R., Andrade, C., Lopes, A., & Cruz, A. (2021). Reference values of biochemical and hematological parameters of *Rattus norvegicus* (Wistar) from the Animal Production Unit of the Research Institute for Drugs and Medicines of the Federal University of Paraíba. *Scientia Plena*, 17(3).  
[doi:https://doi.org/10.14808/sci.plena.2021.03490](https://doi.org/10.14808/sci.plena.2021.03490)
- Olvera, J. B. (2018). Sistema de monitoreo de presión arterial para el análisis de los efectos de los suplementos alimenticios en la salud de los ratones.  
<http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1392>
- Osorio, G. S. (2008). Bioética global y pensamiento complejo. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 8(2), 106-113. <https://www.redalyc.org/pdf/1270/127012550009.pdf>

- Palomo, L., Gisbert, J., & Blanco, J. (2007). Atlas y libro rojo de los mamíferos terrestres de España. Madrid, Spain. *Organismo Autónomo de Parques Nacionales*, 458 - 460.  
[https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-especies-terrestres/inventario-nacional-de-biodiversidad/ieet\\_mamif\\_atlas.html](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-especies-terrestres/inventario-nacional-de-biodiversidad/ieet_mamif_atlas.html)
- Polop, J., Priotto, J., Steinmann, A., Provencal, C., Castillo, E., Calderón, G., & Coto, H. (2003). Manual de control de roedores en municipios. *Fundación Mundo Sano. Buenos Aires*. <https://desinsectador.com/wp-content/uploads/2012/07/manual-de-control-de-roedores-en-municipios.pdf>
- Ramirez, N. M. (2011). ¿ Qué es la bioética y para qué sirve? Un intento de pedagogía callejera. *Revista colombiana de bioética*, 6(2), 110-117. doi:  
<https://doi.org/10.18270/rcb.v6i2.830>
- Reátegui, E. J. (2020). Importancia de la implemetación de los bioterios para el desarrollo de investigación científica. *Bol Inst Nac Salud*, 26 (5-6):72-5.  
<https://repositorio.ins.gob.pe/handle/20.500.14196/1191>
- Redondo, M. (2021). Alteraciones visuales en un modelo animal de albinismo. *Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Madrid*.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=33331>
- Resasco, A. (2018). *Impacto del desarrollo de la línea tumoral A549 en el bienestar de ratones de la cepa NLAE:NIH (S)-Fox1nu/nu*., Facultad de ciencias Veterinarias de Universidad Nacional de La Plata, Argentina.  
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/80842>
- Reyes-Novelo, E., Ruiz-Piña, H., Canché-Pool, E., Panti-May, J., & Escobedo-Ortegón, F. (2022). El peridomicilio y la zoonosis en Yucatán hacia la búsqueda de una salud. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 25(1):11.

- Rodriguez, P. J. (2001). Exotic species introductions into South America: an underestimated threat? *Biodiversity & Conservation*, 10, 1983-1996.  
doi:<https://doi.org/10.1023/A:1013151722557>
- Rosales, R. M., & Santiago, D. S. (2018). Evaluación de la calidad genética de las ratas Wistar Kyoto del bioterio de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia por marcadores moleculares microsatélites. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia*, 27(2), 25-32.  
<http://www.revistasguatemala.usac.edu.gt/index.php/qyf/article/view/497>
- Smith C. y Anne K. (Julio de 2022). *MGI Alliance of genome resources*. Obtenido de Directrices para la Nomenclatura de Ratón y de Rata Cepas:  
<http://www.informatics.jax.org/mgihome/nomen/strains.shtml#oacc>
- Stroud, D. C. (1982). Population dynamics of *Rattus rattus* and *R. norvegicus* in a riparian habitat. *Journal of Mammalogy*, 63(1), 151-154. doi:<https://doi.org/10.2307/1380682>
- Telle, H. J. (1966). Beitrag zur kenntnis der verhaltensweise von ratten, vergleichend dargestellt bei *Rattus norvegicus* und *Rattus rattus*. *Z AngewZool* 53, 129–196.
- The Wistar Institute. (17 de Octubre de 2008).  
[https://web.archive.org/web/20081017070234/http://www.wistar.org/about\\_wistar/history.html](https://web.archive.org/web/20081017070234/http://www.wistar.org/about_wistar/history.html)
- Tovar, G. L. (1986). *El asentamiento y la segregación de los Blancos y Mestizos*. Bogotá: Cengage.
- Trut, L., Iliushina, I., Prasolova, L., & Kim, A. (1997). El alelo encapuchado y la selección de ratas salvajes noruegas *Rattus norvegicus* por su comportamiento. *Genética*. 33(8), 1156-61.

- Valadez, R. (2003). La domesticación animal. Mexico, DF: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas. <https://arqueozoologiaenahiia.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/04/en-que-consiste-y-como-se-dio-la-domesticacion.pdf>
- Van der Gulden, W., Beynen, A., & Hau, J. (1993). Modelos animales. Principios de la ciencia del animal de laboratorio. *Elsevier*.
- Vargas, B., Ambriz, D., Navarro, M., Trejo, A., Rodríguez, G., & Gonzales, M. (2018). Manejo de Animales de Bioterio de la UAM-I. *Universidad Autónoma Metropolitana, 1*.
- Vargas, B; Ambriz, D; Navarro, M; Trejo, A; Rodríguez G. (2018). Manejo de animales del bioterio de la UAM-I. *Universidad Autónoma Metropolitana; 1ª ed.*
- Vela, A. G., & Ramos, E. A. . (2018). *Índices parasitarios gastrointestinales de roedores sinantrópicos en dos mercados de la ciudad de Iquitos. Loreto-Perú.*
- Velasco, L., & Valdivia, Q. (2022). Determinación del potencial biótico de ratas (*Rattus norvegicus*) en el Bioterio de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. *Revista Ciencias Biológicas Y Ambientales, 1(1), 74-80.* doi:<https://doi.org/10.33326/29585309.2022.1.1595>
- Verneau, O., Catzeflis, F., & Furano, A. (1998). Determinacion y datacion de eventos recientes de especiacion de roedores mediante el uso de retrotransposones L1 (LINE-1). *Journal of Molecular Evolution, 45, 424-436.* doi:<https://doi.org/10.1073/pnas.95.19.11284>
- Viera , K., & Márquez, P. (2020). Utilización de animales en la investigación biomédica y médica. *Revista Iberoamericana de Bioética, 11-12.* doi:<https://doi.org/10.14422/rib.i12.y2020.011>

- Villa, B. (1982). Algunas aves y la rata noruega *Rattus norvegicus* "versus" el murciélago insulano *Pizonyx vivesi* en las islas del Mar de Cortés, México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zoología, Vol. 38-75, 50(1), 729-736.*  
<https://anales.ib.unam.mx/index.php?journal=SerZool&page=article&op=view&path%5B%5D=1415>
- Villafañe, I. G. (2008). Movements of Norway rats (*Rattus norvegicus*) in two poultry farms, Exaltación de la Cruz, Buenos Aires, Argentina. *Mastozoología neotropical, 15(2), 203-208.* <http://www.scielo.org.ar/img/revistas/mznt/v15n2/html/v15n2a07.htm>
- Whitaker, J. O. (1980). Guía de campo de mamíferos norteamericanos de la Sociedad Audubon. *Alfred A. Knopf, Inc. Nueva York, 745.*
- Yabet, T. (1979). The relation of food habits to the ecological distributions of the Norway rat (*Rattus norvegicus*) and the roof rat (*Rattus.Rattus*). *Japanese Journal of Ecology, 29:3, 235-244.* doi:[https://doi.org/10.18960/seitai.29.3\\_235](https://doi.org/10.18960/seitai.29.3_235)
- Ylönen, H. J. (2002). Predation risk and habitat selection of Australian house mice, *Mus domesticus*, during an incipient plague: desperate behaviour due to food depletion. *Oikos, 99(2), 284-289.* doi: <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2002.990208.x>
- Zúñiga, J., Orellana, M., & Tur Marí, J. (2015). Ciencia y Tecnología del Animal de Laboratorio Universidad de Alcalá de Henares. *SECAL España.*  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=385862>

## ANEXOS

### Anexo 1

*Roedores sinantrópicos capturados – Ratas negras (Trampa Tomahawk).*



### Anexo 2

*Roedores sinantrópicos capturados – Ratas pardas (Trampa Tomahawk).*



### Anexo 3

*El Bioterio de la Facultad de Ciencias – UNJBG .*



### Anexo 4

*Macro-ambientes o espacios del Bioterio – UNJBG.*



## Anexo 5

*Micro-ambientes o jaulas implementadas para roedores.*



## Anexo 6

*Instalación, acondicionamiento, suministro de alimento y agua.*



## **Anexo 7**

*Potencial reproductivo de la rata negra.*



## **Anexo 8**

*Potencial reproductivo de la rata parda.*



## Anexo 9

*Potencial reproductivo de la rata “Moteada”, variante de la rata parda.*



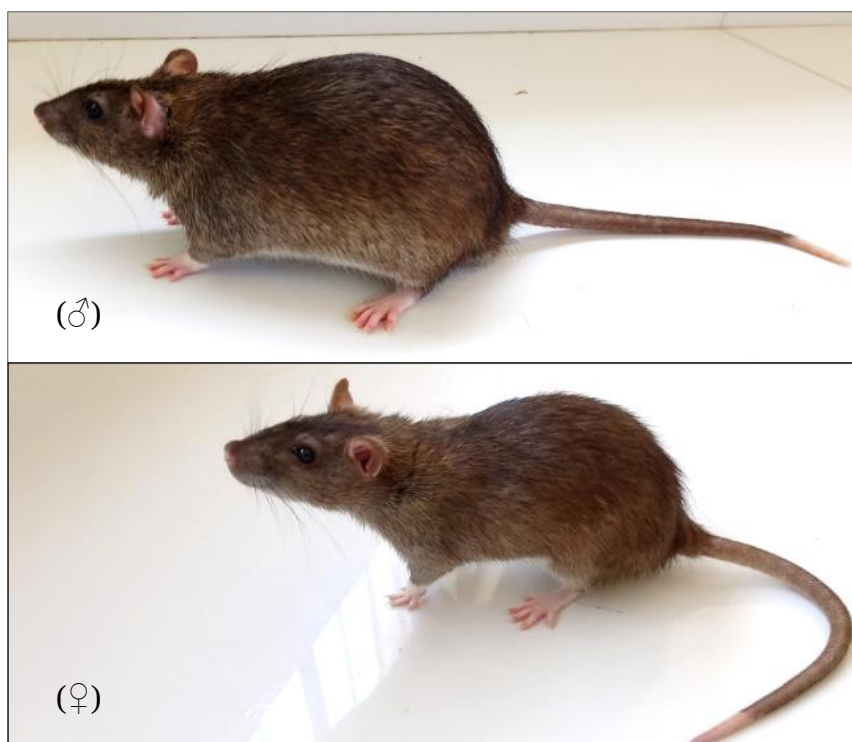
## Anexo 10

*Potencial reproductivo de la rata albina, variante Wistar.*



## Anexo 11

*Ejemplares de ratas pardas como modelo experimental de ambos géneros.*



## Ratas pardas

| RATS     | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | G8 | G9 | G10 | G11 | G12 | Mean | S_D   | Varianc |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|------|-------|---------|
| 01 RP031 | 8  | 7  | 7  | 9  | 6  | 8  | 6  | 7  | 9  | 7   | 8   | 9   | 7.58 | 1.08  | 1.17    |
| 02 RP032 | 6  | 11 | 8  | 8  | 7  | 8  | 8  | 5  | 9  | 7   | 7   | 6   | 7.5  | 1.57  | 2.45    |
| 03 RP033 | 8  | 9  | 8  | 7  | 5  | 6  | 6  | 7  | 8  | 7   | 6   | 9   | 7.17 | 1.27  | 1.61    |
| 04 RP034 | 5  | 8  | 6  | 7  | 6  | 7  | 6  | 7  | 7  | 7   | 7   | 8   | 6.75 | 0.866 | 0.75    |
| 05 RP035 | 7  | 9  | 6  | 7  | 7  | 7  | 6  | 7  | 6  | 8   | 9   | 9   | 7.33 | 1.15  | 1.33    |
| 06 RP036 | 6  | 8  | 7  | 8  | 6  | 8  | 7  | 8  | 9  | 8   | 9   | 9   | 7.75 | 1.06  | 1.11    |
| 07 RP037 | 8  | 9  | 7  | 6  | 6  | 8  | 6  | 7  | 8  | 7   | 9   | 8   | 7.42 | 1.08  | 1.17    |
| 08 RP038 | 8  | 9  | 8  | 9  | 6  | 6  | 7  | 8  | 9  | 7   | 8   | 9   | 7.83 | 1.11  | 1.24    |
| 09 RP039 | 9  | 9  | 7  | 9  | 7  | 8  | 7  | 7  | 8  | 8   | 8   | 9   | 8    | 0.853 | 0.727   |
| 10 RP040 | 9  | 7  | 8  | 9  | 7  | 8  | 7  | 6  | 9  | 7   | 9   | 8   | 7.83 | 1.03  | 1.06    |

## Anexo 12

*Ejemplares de ratas negras como modelo experimental de ambos géneros.*



## Ratas negras

| RATS     | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | G8 | G9 | G10 | G11 | G12 | Mean | S_D   | Variance |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|------|-------|----------|
| 01 RN011 | 8  | 9  | 6  | 7  | 7  | 7  | 5  | 6  | 8  | 8   | 9   | 7   | 7.25 | 1.22  | 1.48     |
| 02 RN012 | 9  | 9  | 7  | 7  | 8  | 7  | 5  | 6  | 8  | 8   | 9   | 7   | 7.5  | 1.24  | 1.55     |
| 03 RN013 | 9  | 8  | 7  | 8  | 7  | 8  | 7  | 5  | 8  | 8   | 8   | 7   | 7.5  | 1     | 1        |
| 04 RN014 | 8  | 10 | 7  | 8  | 7  | 8  | 7  | 7  | 8  | 8   | 9   | 7   | 7.83 | 0.937 | 0.879    |
| 05 RN015 | 9  | 7  | 8  | 8  | 7  | 8  | 5  | 5  | 9  | 8   | 9   | 8   | 7.58 | 1.38  | 1.90     |
| 06 RN016 | 10 | 11 | 7  | 8  | 7  | 8  | 5  | 5  | 9  | 8   | 9   | 7   | 7.83 | 1.80  | 3.24     |
| 07 RN017 | 7  | 8  | 7  | 8  | 7  | 8  | 7  | 5  | 8  | 7   | 8   | 8   | 7.33 | 0.888 | 0.788    |
| 08 RN018 | 8  | 9  | 8  | 9  | 7  | 8  | 5  | 5  | 8  | 7   | 9   | 8   | 7.58 | 1.38  | 1.90     |
| 09 RN019 | 9  | 9  | 6  | 7  | 7  | 7  | 5  | 7  | 8  | 8   | 8   | 8   | 7.42 | 1.16  | 1.36     |
| 10 RN020 | 7  | 12 | 7  | 7  | 6  | 6  | 6  | 7  | 8  | 9   | 8   | 10  | 7.75 | 1.82  | 3.30     |

## Anexo 13

*Ejemplares de ratas moteadas como modelo experimental de ambos géneros.*



Ratas moteadas

| RATS     | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | G8 | G9 | G10 | G11 | G12 | Mean | S_D   | Varianc |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|------|-------|---------|
| 01 RM021 | 7  | 9  | 6  | 8  | 6  | 8  | 6  | 7  | 8  | 6   | 7   | 9   | 7.25 | 1.14  | 1.30    |
| 02 RM022 | 8  | 6  | 7  | 10 | 7  | 6  | 8  | 8  | 8  | 8   | 7   | 8   | 7.58 | 1.08  | 1.17    |
| 03 RM023 | 10 | 8  | 7  | 8  | 5  | 8  | 6  | 7  | 8  | 7   | 6   | 8   | 7.33 | 1.30  | 1.70    |
| 04 RM024 | 10 | 10 | 7  | 8  | 7  | 6  | 7  | 8  | 8  | 8   | 6   | 7   | 7.67 | 1.30  | 1.70    |
| 05 RN025 | 7  | 8  | 7  | 7  | 7  | 9  | 7  | 7  | 7  | 8   | 7   | 6   | 7.25 | 0.754 | 0.568   |
| 06 RM026 | 9  | 11 | 6  | 8  | 6  | 8  | 7  | 7  | 8  | 6   | 8   | 8   | 7.67 | 1.44  | 2.06    |
| 07 RM027 | 8  | 9  | 7  | 7  | 8  | 8  | 5  | 8  | 8  | 8   | 9   | 7   | 7.67 | 1.07  | 1.15    |
| 08 RM028 | 8  | 10 | 8  | 7  | 7  | 7  | 8  | 7  | 6  | 7   | 7   | 9   | 7.58 | 1.08  | 1.17    |
| 09 RM029 | 8  | 8  | 8  | 9  | 7  | 8  | 7  | 7  | 8  | 6   | 9   | 8   | 7.75 | 0.866 | 0.75    |
| 10 RM030 | 6  | 9  | 8  | 7  | 5  | 7  | 7  | 7  | 8  | 6   | 8   | 9   | 7.25 | 1.22  | 1.48    |

## Anexo 14

*Ejemplares de ratas albinas (Wistar), modelo experimental de ambos géneros.*



## Anexo 15

*Base de datos de los roedores sinantrópicos y sus variantes.*

Ratas albinas (Wistar)

| RATS     | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | G8 | G9 | G10 | G11 | G12 | Mean | S_D   | Variance |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|------|-------|----------|
| 01 RA001 | 10 | 9  | 8  | 9  | 7  | 8  | 7  | 8  | 9  | 6   | 8   | 9   | 8.17 | 1.11  | 1.24     |
| 02 RA002 | 6  | 9  | 7  | 9  | 6  | 8  | 6  | 8  | 8  | 8   | 8   | 9   | 7.67 | 1.15  | 1.33     |
| 03 RA003 | 12 | 11 | 7  | 5  | 7  | 8  | 7  | 6  | 9  | 8   | 7   | 8   | 7.92 | 1.98  | 3.90     |
| 04 RA004 | 8  | 10 | 5  | 6  | 6  | 9  | 6  | 7  | 8  | 6   | 8   | 5   | 7    | 1.60  | 2.55     |
| 05 RA005 | 8  | 7  | 7  | 8  | 7  | 9  | 5  | 7  | 9  | 6   | 6   | 9   | 7.33 | 1.30  | 1.70     |
| 06 RA006 | 7  | 8  | 7  | 8  | 8  | 8  | 8  | 7  | 8  | 6   | 8   | 8   | 7.58 | 0.669 | 0.447    |
| 07 RA007 | 10 | 10 | 7  | 8  | 4  | 8  | 5  | 7  | 6  | 6   | 10  | 9   | 7.5  | 2.02  | 4.09     |
| 08 RA008 | 7  | 8  | 8  | 6  | 7  | 8  | 7  | 6  | 9  | 7   | 8   | 8   | 7.42 | 0.900 | 0.811    |
| 09 RA009 | 9  | 10 | 6  | 8  | 6  | 8  | 7  | 7  | 9  | 7   | 7   | 8   | 7.67 | 1.23  | 1.52     |
| 10 RA010 | 6  | 8  | 7  | 9  | 7  | 8  | 8  | 7  | 9  | 7   | 8   | 9   | 7.75 | 0.965 | 0.932    |

## Anexo 16

*Nueva variante (VVBeis) de la especie *Rattus norvegicus*, desarrollado por Velasco & Valdivia (2022), en el bioterio de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.*



## Anexo 17

*Ejemplares de la variante Beis, madre y sus cuatro crías (VVBeis, 2022).*



## Anexo 18

*Medición de anchura craneal de la rata – craneometría.*



## Anexo 19

*Medición de longitud craneal de la rata – craneometría.*



## Anexo 20

*Data del potencial reproductivo de las ratas hembras durante 12 generaciones.*

| ROEDORES |        |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |               |    |    |    |               |    |    |    |               |    |    |   |   |  |
|----------|--------|--------------|----|----|----|--------------|----|----|----|--------------|----|----|----|--------------|----|----|----|--------------|----|----|----|--------------|----|----|----|--------------|----|----|----|--------------|----|----|----|--------------|----|----|----|---------------|----|----|----|---------------|----|----|----|---------------|----|----|---|---|--|
| N°       | Codigo | Generation 1 |    |    |    | Generation 2 |    |    |    | Generation 3 |    |    |    | Generation 4 |    |    |    | Generation 5 |    |    |    | Generation 6 |    |    |    | Generation 7 |    |    |    | Generation 8 |    |    |    | Generation 9 |    |    |    | Generation 10 |    |    |    | Generation 11 |    |    |    | Generation 12 |    |    |   |   |  |
|          |        | C1           | C2 | C3 | C4 | C1           | C2 | C3 | C4 | C1           | C2 | C3 | C4 | C1           | C2 | C3 | C4 | C1           | C2 | C3 | C4 | C1           | C2 | C3 | C4 | C1           | C2 | C3 | C4 | C1           | C2 | C3 | C4 | C1           | C2 | C3 | C4 | C1            | C2 | C3 | C4 | C1            | C2 | C3 | C4 |               |    |    |   |   |  |
| 1        | RA001  | 14           | 12 | 9  | 6  | 12           | 10 | 8  | 4  | 13           | 9  | 7  | 4  | 12           | 10 | 8  | 6  | 12           | 8  | 6  | 3  | 12           | 9  | 6  | 3  | 12           | 9  | 6  | 4  | 2            | 11 | 9  | 6  | 4            | 13 | 10 | 8  | 4             | 13 | 7  | 3  | 2             | 14 | 10 | 6  | 3             | 15 | 11 | 7 | 2 |  |
| 2        | RA002  | 12           | 8  | 0  | 4  | 12           | 10 | 8  | 6  | 11           | 8  | 5  | 2  | 14           | 10 | 8  | 4  | 11           | 9  | 3  | 0  | 12           | 9  | 6  | 3  | 11           | 7  | 4  | 2  | 13           | 11 | 5  | 2  | 12           | 10 | 8  | 2  | 15            | 11 | 5  | 2  | 13            | 8  | 6  | 4  | 14            | 11 | 6  | 3 |   |  |
| 3        | RA003  | 18           | 14 | 10 | 6  | 14           | 13 | 11 | 4  | 12           | 10 | 5  | 2  | 10           | 8  | 3  | 0  | 13           | 9  | 5  | 2  | 10           | 10 | 7  | 2  | 14           | 8  | 3  | 1  | 12           | 9  | 4  | 0  | 13           | 11 | 6  | 4  | 14            | 8  | 6  | 3  | 12            | 9  | 5  | 2  | 13            | 10 | 7  | 2 |   |  |
| 4        | RA004  | 10           | 8  | 8  | 4  | 15           | 14 | 6  | 3  | 10           | 6  | 4  | 0  | 11           | 6  | 4  | 2  | 10           | 7  | 3  | 2  | 14           | 10 | 7  | 3  | 10           | 7  | 5  | 2  | 10           | 8  | 5  | 3  | 14           | 9  | 5  | 2  | 12            | 7  | 3  | 0  | 13            | 11 | 5  | 4  | 10            | 7  | 3  | 0 |   |  |
| 5        | RA005  | 16           | 7  | 6  | 4  | 11           | 9  | 5  | 3  | 12           | 9  | 6  | 2  | 12           | 10 | 7  | 2  | 11           | 9  | 4  | 2  | 12           | 10 | 8  | 4  | 10           | 6  | 2  | 0  | 12           | 7  | 4  | 3  | 13           | 11 | 8  | 2  | 11            | 7  | 4  | 2  | 10            | 7  | 5  | 2  | 14            | 11 | 7  | 2 |   |  |
| 6        | RA006  | 12           | 10 | 6  | 0  | 13           | 10 | 6  | 4  | 12           | 7  | 6  | 4  | 11           | 10 | 7  | 3  | 13           | 10 | 5  | 2  | 12           | 9  | 7  | 2  | 12           | 8  | 7  | 3  | 11           | 10 | 5  | 3  | 12           | 9  | 7  | 4  | 11            | 9  | 4  | 0  | 11            | 10 | 8  | 4  | 11            | 10 | 7  | 3 |   |  |
| 7        | RA007  | 16           | 12 | 8  | 4  | 14           | 12 | 10 | 4  | 10           | 9  | 6  | 3  | 12           | 10 | 6  | 3  | 10           | 4  | 2  | 0  | 11           | 10 | 7  | 3  | 10           | 6  | 3  | 2  | 12           | 9  | 5  | 2  | 10           | 8  | 4  | 3  | 12            | 6  | 4  | 2  | 14            | 11 | 9  | 4  | 14            | 11 | 8  | 3 |   |  |
| 8        | RA008  | 12           | 8  | 6  | 0  | 13           | 9  | 6  | 2  | 14           | 9  | 6  | 3  | 10           | 7  | 5  | 0  | 12           | 9  | 6  | 2  | 12           | 11 | 7  | 2  | 12           | 10 | 5  | 2  | 13           | 7  | 3  | 0  | 13           | 10 | 8  | 5  | 10            | 8  | 5  | 3  | 12            | 10 | 7  | 3  | 14            | 10 | 7  | 0 |   |  |
| 9        | RA009  | 16           | 10 | 8  | 2  | 15           | 12 | 8  | 3  | 12           | 8  | 5  | 0  | 13           | 9  | 5  | 3  | 10           | 6  | 4  | 2  | 12           | 10 | 7  | 3  | 14           | 8  | 5  | 2  | 12           | 8  | 4  | 3  | 12           | 11 | 7  | 4  | 12            | 8  | 5  | 3  | 13            | 7  | 4  | 2  | 13            | 10 | 6  | 2 |   |  |
| 10       | RA010  | 15           | 7  | 0  | 0  | 14           | 10 | 7  | 2  | 11           | 8  | 6  | 4  | 12           | 10 | 9  | 4  | 12           | 8  | 4  | 4  | 11           | 9  | 7  | 5  | 13           | 9  | 5  | 3  | 10           | 8  | 7  | 4  | 13           | 10 | 8  | 3  | 11            | 9  | 6  | 2  | 11            | 9  | 7  | 3  | 16            | 11 | 7  | 3 |   |  |
| 11       | RN011  | 14           | 8  | 6  | 4  | 13           | 11 | 8  | 4  | 12           | 7  | 4  | 0  | 10           | 9  | 5  | 2  | 11           | 8  | 5  | 2  | 12           | 9  | 6  | 2  | 11           | 7  | 3  | 0  | 11           | 8  | 4  | 2  | 10           | 10 | 8  | 5  | 12            | 10 | 7  | 3  | 12            | 10 | 8  | 4  | 13            | 10 | 4  | 2 |   |  |
| 12       | RN012  | 12           | 10 | 8  | 4  | 12           | 10 | 9  | 5  | 13           | 8  | 5  | 3  | 11           | 7  | 6  | 0  | 12           | 10 | 4  | 3  | 12           | 10 | 7  | 3  | 10           | 7  | 2  | 0  | 10           | 6  | 3  | 3  | 13           | 8  | 6  | 4  | 12            | 9  | 5  | 0  | 14            | 11 | 6  | 2  | 12            | 10 | 7  | 2 |   |  |
| 13       | RN013  | 12           | 10 | 8  | 0  | 14           | 10 | 7  | 3  | 10           | 8  | 6  | 4  | 14           | 9  | 5  | 2  | 14           | 8  | 5  | 3  | 11           | 10 | 8  | 0  | 11           | 6  | 3  | 3  | 13           | 9  | 7  | 3  | 12           | 10 | 7  | 4  | 11            | 9  | 6  | 2  | 13            | 9  | 7  | 2  | 14            | 11 | 8  | 2 |   |  |
| 14       | RN014  | 14           | 12 | 4  | 2  | 15           | 10 | 10 | 6  | 11           | 8  | 5  | 0  | 11           | 10 | 8  | 4  | 13           | 9  | 5  | 2  | 12           | 10 | 8  | 2  | 12           | 9  | 5  | 3  | 12           | 10 | 5  | 2  | 10           | 9  | 7  | 4  | 10            | 9  | 6  | 2  | 12            | 8  | 4  | 0  | 12            | 10 | 7  | 3 |   |  |
| 15       | RN015  | 14           | 10 | 8  | 2  | 13           | 10 | 7  | 3  | 10           | 9  | 6  | 3  | 12           | 10 | 8  | 4  | 12           | 9  | 4  | 0  | 12           | 9  | 7  | 3  | 10           | 7  | 5  | 0  | 11           | 9  | 6  | 4  | 13           | 10 | 8  | 5  | 13            | 10 | 4  | 3  | 12            | 10 | 9  | 3  | 13            | 10 | 7  | 0 |   |  |
| 16       | RN016  | 12           | 10 | 8  | 8  | 16           | 12 | 10 | 5  | 11           | 7  | 5  | 2  | 12           | 10 | 5  | 3  | 10           | 8  | 5  | 3  | 12           | 10 | 6  | 4  | 10           | 6  | 3  | 2  | 10           | 7  | 3  | 0  | 14           | 10 | 8  | 4  | 11            | 9  | 5  | 4  | 13            | 12 | 5  | 2  | 14            | 11 | 5  | 2 |   |  |
| 17       | RN017  | 11           | 10 | 6  | 4  | 13           | 10 | 6  | 3  | 12           | 6  | 5  | 3  | 10           | 9  | 5  | 2  | 13           | 7  | 5  | 4  | 11           | 10 | 7  | 3  | 12           | 7  | 5  | 0  | 13           | 11 | 4  | 2  | 12           | 9  | 7  | 3  | 12            | 8  | 3  | 2  | 16            | 9  | 7  | 5  | 12            | 10 | 6  | 2 |   |  |
| 18       | RN018  | 14           | 8  | 6  | 0  | 14           | 11 | 7  | 3  | 14           | 8  | 5  | 2  | 12           | 10 | 8  | 5  | 12           | 9  | 4  | 2  | 10           | 9  | 7  | 2  | 10           | 7  | 4  | 0  | 12           | 10 | 6  | 2  | 10           | 9  | 7  | 4  | 11            | 10 | 5  | 2  | 10            | 9  | 5  | 3  | 14            | 9  | 3  | 3 |   |  |
| 19       | RN019  | 16           | 12 | 8  | 0  | 11           | 10 | 8  | 4  | 12           | 7  | 5  | 0  | 11           | 10 | 7  | 2  | 13           | 7  | 5  | 2  | 12           | 10 | 4  | 3  | 11           | 8  | 3  | 3  | 13           | 8  | 5  | 3  | 13           | 10 | 8  | 2  | 14            | 9  | 7  | 2  | 12            | 9  | 5  | 2  | 12            | 10 | 7  | 2 |   |  |
| 20       | RN020  | 12           | 8  | 4  | 4  | 16           | 12 | 11 | 7  | 11           | 8  | 5  | 3  | 10           | 9  | 7  | 0  | 10           | 8  | 4  | 2  | 3            | 11 | 7  | 2  | 13           | 8  | 6  | 2  | 11           | 10 | 8  | 4  | 14           | 10 | 9  | 2  | 12            | 6  | 4  | 2  | 12            | 10 | 6  | 2  | 13            | 11 | 10 | 7 |   |  |
| 21       | RM021  | 10           | 8  | 6  | 2  | 14           | 11 | 6  | 4  | 12           | 8  | 5  | 0  | 11           | 10 | 8  | 4  | 13           | 9  | 3  | 0  | 12           | 10 | 8  | 3  | 10           | 9  | 4  | 2  | 12           | 10 | 5  | 2  | 13           | 9  | 7  | 4  | 11            | 6  | 3  | 2  | 10            | 9  | 6  | 3  | 15            | 10 | 7  | 3 |   |  |
| 22       | RM022  | 14           | 10 | 6  | 0  | 11           | 8  | 4  | 2  | 10           | 8  | 5  | 3  | 12           | 11 | 9  | 6  | 12           | 9  | 4  | 2  | 11           | 6  | 5  | 2  | 13           | 10 | 6  | 3  | 11           | 10 | 6  | 4  | 12           | 9  | 7  | 3  | 14            | 10 | 4  | 2  | 12            | 9  | 5  | 0  | 12            | 11 | 7  | 2 |   |  |
| 23       | RM023  | 14           | 10 | 8  | 6  | 13           | 10 | 7  | 2  | 12           | 9  | 3  | 2  | 11           | 10 | 8  | 2  | 11           | 5  | 3  | 0  | 12           | 10 | 7  | 3  | 10           | 8  | 4  | 2  | 12           | 8  | 5  | 4  | 11           | 10 | 8  | 4  | 10            | 9  | 5  | 3  | 11            | 6  | 4  | 2  | 14            | 11 | 4  | 2 |   |  |
| 24       | RM024  | 14           | 12 | 10 | 4  | 13           | 12 | 10 | 5  | 11           | 7  | 5  | 3  | 13           | 9  | 5  | 3  | 12           | 7  | 5  | 2  | 10           | 7  | 5  | 0  | 13           | 7  | 4  | 2  | 13           | 9  | 6  | 3  | 13           | 10 | 6  | 4  | 12            | 10 | 5  | 3  | 10            | 7  | 5  | 3  | 12            | 10 | 6  | 0 |   |  |
| 25       | RM025  | 14           | 10 | 4  | 0  | 14           | 10 | 7  | 2  | 13           | 7  | 5  | 2  | 11           | 8  | 6  | 2  | 12           | 9  | 4  | 3  | 12           | 11 | 8  | 3  | 10           | 9  | 5  | 2  | 11           | 7  | 5  | 4  | 12           | 8  | 4  | 2  | 12            | 11 | 6  | 2  | 12            | 9  | 4  | 3  | 14            | 6  | 3  | 2 |   |  |
| 26       | RM026  | 16           | 10 | 10 | 8  | 16           | 11 | 10 | 7  | 12           | 5  | 5  | 3  | 12           | 9  | 8  | 4  | 10           | 8  | 4  | 2  | 11           | 10 | 7  | 4  | 11           | 8  | 6  | 2  | 10           | 9  | 5  | 3  | 11           | 10 | 7  | 4  | 11            | 9  | 5  | 0  | 12            | 10 | 7  | 3  | 12            | 10 | 7  | 2 |   |  |
| 27       | RM027  | 12           | 8  | 8  | 4  | 12           | 10 | 9  | 5  | 14           | 7  | 5  | 2  | 12           | 7  | 5  | 2  | 14           | 9  | 5  | 3  | 12           | 9  | 7  | 2  | 10           | 6  | 2  | 2  | 11           | 10 | 6  | 4  | 13           | 10 | 6  | 3  | 15            | 10 | 5  | 1  | 15            | 10 | 6  | 3  | 12            | 10 | 4  | 2 |   |  |
| 28       | RM028  | 12           | 10 | 6  | 2  | 14           | 12 | 8  | 4  | 13           | 10 | 7  | 3  | 11           | 9  | 5  | 3  | 12           | 6  | 2  | 13 | 8            | 4  | 3  | 13 | 11           | 5  | 4  | 10 | 9            | 5  | 2  | 12 | 7            | 4  | 0  | 14 | 9             | 4  | 2  | 12 | 9             | 4  | 2  | 14 | 12            | 7  | 3  |   |   |  |
| 29       | RM029  | 15           | 10 | 6  | 0  | 12           | 9  | 6  | 3  | 12           | 8  | 6  | 4  | 12           | 10 | 8  | 4  | 13           | 9  | 4  | 2  | 12           | 10 | 8  | 3  | 10           | 9  | 7  | 2  | 12           | 8  | 5  | 3  | 13           | 9  | 4  | 4  | 11            | 8  | 5  | 0  | 10            | 10 | 8  | 6  | 12            | 11 | 7  | 2 |   |  |
| 30       | RM030  | 13           | 8  | 2  | 0  | 14           | 11 | 7  | 2  | 12           | 8  | 6  | 4  | 12           | 9  | 4  | 2  | 11           | 7  | 3  | 0  | 11           | 10 | 7  | 0  | 10           | 9  | 6  | 3  | 13           | 7  | 4  | 2  | 11           | 10 | 7  | 2  | 12            | 7  | 3  | 0  | 12            | 9  | 7  | 2  | 14            | 11 | 7  | 3 |   |  |
| 31       | RP031  | 10           | 8  | 8  | 4  | 12           | 10 | 3  | 3  | 13           | 7  | 5  | 3  | 14           | 10 | 8  | 4  | 10           | 6  | 4  | 3  | 12           | 10 | 6  | 3  | 11           | 7  | 5  | 2  | 11           | 10 | 5  | 3  | 12           | 10 | 8  | 4  | 13            | 10 | 5  | 0  | 13            | 12 | 4  | 2  | 14            | 11 | 8  | 2 |   |  |
| 32       | RP032  | 12           | 8  | 4  | 0  | 14           | 12 | 10 | 6  | 14           | 11 | 5  | 2  | 11           | 8  | 7  | 5  | 12           | 8  | 5  | 2  | 11           | 10 | 9  | 2  | 12           | 8  | 8  | 3  | 10           | 8  | 3  | 0  | 12           | 11 | 8  | 4  | 12            | 9  | 6  | 2  | 11            | 8  | 8  | 2  | 13            | 7  | 3  | 0 |   |  |
| 33       | RP033  | 12           | 10 | 8  | 2  | 16           | 10 | 7  | 4  | 13           | 9  | 5  | 3  | 10           | 10 | 7  | 2  | 10           | 5  | 3  | 3  | 12           | 7  | 3  | 0  | 11           | 7  | 4  | 3  | 13           | 7  | 5  | 2  | 11           | 10 | 8  | 3  | 14            | 9  | 3  | 3  | 10            | 8  | 5  | 2  | 14            | 11 | 7  | 3 |   |  |
| 34       | RP034  | 12           | 6  | 0  | 0  | 12           | 10 | 8  | 2  | 10           | 7  | 5  | 2  | 12           | 9  | 5  | 2  | 12           | 7  | 2  | 2  | 10           | 9  | 6  | 3  | 10           | 8  | 4  | 2  | 13           | 7  | 4  | 3  | 11           | 10 | 8  | 4  | 12            | 8  | 4  | 2  | 11            | 8  | 6  | 2  | 14            | 11 | 8  | 2 |   |  |
| 35       | RP035  | 16           | 8  | 0  | 4  | 14           | 12 | 6  | 2  | 12           | 6  | 4  | 2  | 13           | 8  | 4  | 2  | 11           | 8  | 5  | 1  | 12           | 10 | 5  | 2  | 10           | 7  | 6  | 2  | 11           | 9  | 5  | 4  | 12           | 10 | 7  | 4  | 2             | 13 | 9  | 7  | 3             | 12 | 10 | 9  | 3             | 11 | 7  | 3 |   |  |
| 36       | RP036  | 12           | 6  | 4  | 0  | 12           | 10 | 6  | 4  | 10           | 9  | 5  | 2  | 15           | 8  | 5  | 3  | 10           | 8  | 2  | 2  | 11           | 10 | 6  | 3  | 12           | 8  | 5  | 3  | 12           | 10 | 6  | 3  | 12           | 10 | 8  | 4  | 14            | 9  | 5  | 3  | 14            | 12 | 7  | 2  | 14            | 10 | 6  | 4 |   |  |
| 37       |        |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |               |    |    |    |               |    |    |    |               |    |    |   |   |  |

## Anexo 22

*Data de la supervivencia de los roedores hasta generación 12 .*

| RAT5   | G1 |   |   | G2 |   |       | G3 |   |       | G4 |   |       | G5 |   |       | G6 |   |       | G7 |   |       | G8 |   |       | G9 |   |       | G10 |   |       | G11 |   |       | G12 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------|----|---|---|----|---|-------|----|---|-------|----|---|-------|----|---|-------|----|---|-------|----|---|-------|----|---|-------|----|---|-------|-----|---|-------|-----|---|-------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Codigo | V  | M | M | V  | M | macho | V  | M | macho | V  | M | macho | V  | M | macho | V  | M | macho | V  | M | macho | V  | M | macho | V  | M | macho | V   | M | macho | V   | M | macho |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| RA001  | 6  | 0 | 2 | 2  | 4 | 1     | 2  | 2 | 4     | 0  | 2 | 2     | 4  | 1 | 0     | 2  | 4 | 0     | 2  | 2 | 4     | 0  | 2 | 1     | 4  | 1 | 1     | 2   | 5 | 0     | 2   | 2 | 2     | 1   | 0 | 3 | 6 | 1 | 1 | 0 | 6 | 0 | 2 | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| RA002  | 2  | 1 | 2 | 1  | 4 | 1     | 2  | 2 | 4     | 0  | 2 | 2     | 4  | 6 | 1     | 0  | 2 | 4     | 0  | 2 | 0     | 4  | 2 | 0     | 2  | 3 | 0     | 2   | 1 | 4     | 0   | 2 | 2     | 4   | 2 | 0 | 2 | 6 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0 | 2 | 2 |   |   |   |   |   |   |   |
| RA003  | 6  | 2 | 2 | 2  | 6 | 0     | 2  | 3 | 4     | 0  | 2 | 1     | 3  | 0 | 2     | 0  | 6 | 0     | 1  | 0 | 4     | 0  | 3 | 1     | 4  | 0 | 2     | 1   | 4 | 0     | 2   | 0 | 4     | 1   | 2 | 2 | 4 | 2 | 0 | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| RA004  | 4  | 0 | 2 | 2  | 6 | 0     | 2  | 2 | 2     | 1  | 2 | 0     | 3  | 0 | 3     | 0  | 4 | 0     | 2  | 0 | 4     | 1  | 2 | 2     | 5  | 0 | 1     | 0   | 4 | 0     | 3   | 0 | 4     | 0   | 2 | 2 | 3 | 0 | 2 | 1 | 4 | 0 | 4 | 0 | 2 | 1 |   |   |   |   |   |   |
| RA005  | 4  | 1 | 2 | 1  | 4 | 2     | 0  | 1 | 5     | 0  | 2 | 0     | 4  | 2 | 0     | 2  | 4 | 1     | 2  | 0 | 4     | 0  | 2 | 3     | 3  | 0 | 1     | 1   | 6 | 0     | 1   | 0 | 6     | 2   | 1 | 1 | 4 | 0 | 2 | 0 | 4 | 1 | 0 | 1 | 5 | 0 | 4 | 0 |   |   |   |   |
| RA006  | 4  | 1 | 1 | 1  | 4 | 0     | 2  | 2 | 6     | 0  | 1 | 0     | 2  | 2 | 0     | 2  | 6 | 0     | 2  | 0 | 4     | 1  | 1 | 2     | 6  | 0 | 2     | 0   | 5 | 0     | 2   | 0 | 4     | 0   | 4 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 6 | 0 | 2 | 0 | 6 | 0 | 2 | 0 |   |   |   |   |
| RA007  | 4  | 2 | 2 | 2  | 4 | 1     | 2  | 3 | 4     | 5  | 1 | 0     | 1  | 5 | 0     | 2  | 1 | 2     | 1  | 0 | 4     | 1  | 1 | 2     | 4  | 0 | 0     | 1   | 4 | 1     | 0   | 2 | 3     | 0   | 0 | 3 | 4 | 0 | 1 | 1 | 5 | 0 | 2 | 3 | 6 | 0 | 3 | 0 |   |   |   |   |
| RA008  | 5  | 0 | 2 | 0  | 6 | 0     | 2  | 0 | 4     | 0  | 2 | 2     | 3  | 0 | 3     | 0  | 4 | 0     | 2  | 1 | 4     | 1  | 2 | 1     | 4  | 2 | 1     | 0   | 3 | 0     | 1   | 2 | 4     | 1   | 2 | 2 | 4 | 0 | 2 | 1 | 5 | 0 | 2 | 1 | 4 | 0 | 2 | 2 |   |   |   |   |
| RA009  | 6  | 0 | 2 | 1  | 5 | 0     | 3  | 2 | 3     | 0  | 2 | 1     | 4  | 1 | 3     | 0  | 4 | 0     | 2  | 0 | 4     | 0  | 2 | 2     | 5  | 0 | 2     | 0   | 4 | 0     | 3   | 0 | 4     | 0   | 2 | 3 | 6 | 0 | 1 | 0 | 5 | 0 | 1 | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 |   |   |   |   |
| RA010  | 2  | 1 | 0 | 3  | 4 | 1     | 0  | 3 | 5     | 0  | 1 | 1     | 4  | 2 | 2     | 1  | 4 | 0     | 1  | 2 | 4     | 0  | 4 | 0     | 3  | 2 | 2     | 1   | 4 | 0     | 3   | 0 | 5     | 2   | 1 | 1 | 5 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 | 4 | 1 | 2 | 2 |   |   |   |   |
| RN011  | 4  | 1 | 2 | 1  | 4 | 2     | 1  | 2 | 3     | 0  | 3 | 0     | 4  | 0 | 2     | 1  | 3 | 1     | 2  | 1 | 3     | 0  | 2 | 2     | 4  | 0 | 1     | 0   | 3 | 0     | 3   | 0 | 3     | 0   | 3 | 0 | 3 | 2 | 4 | 0 | 2 | 2 | 4 | 0 | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 |   |   |   |
| RN012  | 4  | 1 | 1 | 2  | 6 | 0     | 3  | 0 | 3     | 0  | 3 | 0     | 4  | 0 | 3     | 0  | 4 | 0     | 2  | 1 | 3     | 0  | 2 | 2     | 2  | 0 | 1     | 2   | 3 | 0     | 2   | 1 | 3     | 0   | 3 | 2 | 5 | 0 | 2 | 0 | 4 | 1 | 2 | 1 | 4 | 0 | 4 | 0 |   |   |   |   |
| RN013  | 4  | 0 | 4 | 0  | 4 | 2     | 3  | 0 | 5     | 0  | 2 | 0     | 4  | 0 | 3     | 1  | 5 | 0     | 3  | 0 | 4     | 0  | 3 | 0     | 3  | 0 | 3     | 0   | 5 | 0     | 3   | 0 | 5     | 0   | 2 | 0 | 6 | 0 | 2 | 0 | 6 | 0 | 2 | 0 | 6 | 0 | 2 | 1 |   |   |   |   |
| RN014  | 4  | 1 | 2 | 1  | 5 | 0     | 5  | 0 | 4     | 0  | 1 | 1     | 4  | 0 | 3     | 1  | 6 | 0     | 0  | 1 | 4     | 1  | 1 | 2     | 3  | 0 | 2     | 2   | 4 | 0     | 3   | 0 | 6     | 0   | 2 | 0 | 5 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0 | 2 | 2 |   |   |   |   |
| RN015  | 6  | 0 | 2 | 1  | 4 | 0     | 4  | 0 | 2     | 1  | 2 | 2     | 6  | 0 | 2     | 1  | 3 | 0     | 3  | 0 | 5     | 0  | 3 | 0     | 4  | 1 | 1     | 0   | 6 | 0     | 2   | 0 | 4     | 1   | 4 | 0 | 4 | 0 | 2 | 2 | 5 | 0 | 4 | 0 | 5 | 0 | 3 | 0 |   |   |   |   |
| RN016  | 5  | 0 | 4 | 1  | 6 | 1     | 2  | 2 | 3     | 0  | 3 | 0     | 5  | 0 | 3     | 0  | 4 | 1     | 1  | 1 | 5     | 0  | 2 | 1     | 3  | 0 | 2     | 0   | 2 | 0     | 2   | 1 | 5     | 0   | 2 | 2 | 4 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0 | 3 | 0 | 6 | 0 | 2 | 0 |   |   |   |   |
| RN017  | 3  | 2 | 1 | 2  | 4 | 2     | 2  | 0 | 5     | 0  | 2 | 0     | 4  | 0 | 3     | 0  | 6 | 0     | 0  | 1 | 4     | 0  | 2 | 2     | 3  | 0 | 3     | 0   | 5 | 0     | 3   | 0 | 6     | 0   | 1 | 1 | 4 | 0 | 2 | 0 | 6 | 1 | 1 | 1 | 5 | 0 | 3 | 0 |   |   |   |   |
| RN018  | 4  | 1 | 2 | 0  | 6 | 1     | 2  | 0 | 5     | 0  | 1 | 1     | 5  | 0 | 4     | 0  | 3 | 0     | 2  | 2 | 4     | 0  | 2 | 1     | 3  | 0 | 2     | 0   | 4 | 0     | 4   | 0 | 6     | 0   | 2 | 0 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0 | 2 | 0 |   |   |   |   |
| RN019  | 6  | 0 | 2 | 1  | 5 | 0     | 2  | 1 | 4     | 0  | 2 | 0     | 5  | 0 | 3     | 0  | 4 | 0     | 3  | 0 | 4     | 0  | 3 | 0     | 4  | 0 | 2     | 0   | 5 | 0     | 2   | 0 | 6     | 0   | 2 | 0 | 5 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0 | 2 | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 |   |   |   |   |
| RN020  | 3  | 0 | 1 | 3  | 6 | 2     | 2  | 2 | 3     | 0  | 2 | 2     | 5  | 0 | 2     | 0  | 3 | 0     | 3  | 0 | 5     | 0  | 0 | 1     | 4  | 0 | 1     | 1   | 4 | 0     | 2   | 2 | 4     | 2   | 1 | 1 | 4 | 0 | 2 | 0 | 5 | 0 | 2 | 2 | 4 | 0 | 2 | 2 |   |   |   |   |
| RM021  | 3  | 0 | 2 | 2  | 6 | 0     | 3  | 0 | 3     | 0  | 3 | 0     | 5  | 0 | 3     | 0  | 4 | 0     | 2  | 0 | 5     | 0  | 3 | 0     | 4  | 0 | 2     | 0   | 4 | 0     | 2   | 1 | 4     | 0   | 2 | 1 | 4 | 0 | 2 | 2 | 4 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0 | 3 | 0 | 6 | 0 | 3 | 0 |
| RM022  | 4  | 1 | 1 | 2  | 3 | 0     | 3  | 0 | 5     | 0  | 2 | 0     | 5  | 0 | 5     | 0  | 5 | 0     | 1  | 1 | 4     | 0  | 2 | 0     | 4  | 0 | 2     | 2   | 6 | 0     | 1   | 1 | 5     | 0   | 3 | 0 | 6 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0 | 2 | 2 |   |   |   |   |
| RM023  | 6  | 0 | 4 | 0  | 3 | 0     | 2  | 3 | 5     | 0  | 2 | 0     | 6  | 0 | 2     | 0  | 2 | 0     | 1  | 2 | 4     | 0  | 4 | 0     | 4  | 0 | 1     | 1   | 5 | 0     | 1   | 1 | 5     | 0   | 3 | 0 | 5 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0 | 2 | 1 |   |   |   |   |
| RM024  | 6  | 0 | 2 | 2  | 5 | 0     | 3  | 2 | 3     | 0  | 2 | 2     | 4  | 0 | 4     | 0  | 3 | 0     | 2  | 2 | 4     | 0  | 2 | 0     | 4  | 1 | 1     | 1   | 4 | 0     | 2   | 2 | 5     | 0   | 2 | 1 | 5 | 0 | 2 | 1 | 4 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 2 | 2 |   |   |   |   |
| RM025  | 3  | 0 | 2 | 2  | 5 | 0     | 2  | 1 | 5     | 0  | 1 | 1     | 3  | 0 | 2     | 2  | 4 | 0     | 2  | 1 | 6     | 0  | 3 | 0     | 4  | 0 | 2     | 2   | 1 | 4     | 1   | 1 | 1     | 5   | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 2 | 2 | 5 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 |   |   |   |
| RM026  | 6  | 2 | 1 | 2  | 6 | 1     | 2  | 2 | 3     | 0  | 3 | 0     | 4  | 0 | 4     | 0  | 4 | 0     | 2  | 0 | 5     | 0  | 3 | 0     | 3  | 0 | 2     | 2   | 3 | 0     | 2   | 2 | 5     | 0   | 2 | 1 | 3 | 0 | 1 | 2 | 6 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0 | 4 | 0 |   |   |   |   |
| RM027  | 4  | 1 | 1 | 2  | 5 | 0     | 2  | 2 | 5     | 0  | 1 | 1     | 5  | 0 | 2     | 0  | 4 | 0     | 2  | 2 | 4     | 0  | 3 | 1     | 2  | 0 | 2     | 1   | 5 | 0     | 2   | 1 | 6     | 0   | 1 | 1 | 4 | 0 | 4 | 0 | 4 | 1 | 2 | 2 | 5 | 0 | 1 | 1 |   |   |   |   |
| RM028  | 5  | 0 | 1 | 2  | 5 | 0     | 3  | 2 | 6     | 0  | 2 | 0     | 4  | 0 | 1     | 2  | 3 | 0     | 2  | 2 | 5     | 0  | 2 | 0     | 6  | 0 | 1     | 1   | 4 | 0     | 2   | 1 | 4     | 0   | 1 | 1 | 5 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0 | 4 | 0 |   |   |   |   |
| RM029  | 5  | 0 | 1 | 2  | 4 | 0     | 4  | 0 | 4     | 0  | 4 | 0     | 6  | 0 | 3     | 0  | 5 | 0     | 1  | 1 | 5     | 0  | 2 | 1     | 4  | 0 | 3     | 0   | 3 | 0     | 2   | 2 | 4     | 0   | 4 | 0 | 4 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0 | 4 | 0 | 5 | 0 | 2 | 1 |   |   |   |   |
| RM030  | 3  | 0 | 3 | 0  | 6 | 0     | 1  | 2 | 5     | 0  | 2 | 1     | 4  | 0 | 1     | 2  | 2 | 0     | 1  | 2 | 3     | 0  | 2 | 1     | 3  | 0 | 2     | 2   | 5 | 0     | 1   | 1 | 4     | 1   | 2 | 1 | 4 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 3 | 2 | 6 | 0 | 3 | 0 |   |   |   |   |
| RP031  | 4  | 1 | 2 | 1  | 3 | 1     | 0  | 3 | 3     | 1  | 1 | 2     | 5  | 0 | 2     | 2  | 4 | 0     | 2  | 0 | 5     | 0  | 2 | 1     | 4  | 1 | 0     | 1   | 4 | 0     | 2   | 1 | 5     | 0   | 4 | 0 | 5 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 2 | 2 | 6 | 0 | 1 | 2 |   |   |   |   |
| RP032  | 3  | 0 | 1 | 2  | 6 | 1     | 2  | 2 | 2     | 2  | 2 | 5     | 0  | 2 | 1     | 5  | 0 | 1     | 1  | 4 | 0     | 2  | 2 | 4     | 0  | 4 | 0     | 3   | 0 | 2     | 2   | 5 | 0     | 4   | 0 | 3 | 0 | 2 | 2 | 4 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 |   |   |   |   |   |
| RP033  | 4  | 0 | 2 | 2  | 4 | 1     | 2  | 2 | 4     | 0  | 3 | 1     | 5  | 0 | 1     | 1  | 3 | 0     | 2  | 0 | 3     | 0  | 3 | 0     | 4  | 0 | 1     | 1   | 4 | 0     | 3   | 0 | 6     | 0   | 1 | 1 | 4 | 0 | 2 | 1 | 3 | 0 | 2 | 1 | 6 | 0 | 3 | 0 |   |   |   |   |
| RP034  | 2  | 0 | 1 | 2  | 3 | 0     | 0  | 1 | 4     | 2  | 0 | 2     | 2  | 4 | 0     | 2  | 1 | 3     | 0  | 1 | 2     | 4  | 1 | 1     | 1  | 3 | 0     | 3   | 0 | 3     | 0   | 2 | 2     | 4   | 0 | 2 | 1 | 5 | 0 | 2 | 0 | 5 | 0 | 1 | 1 | 5 | 0 | 3 | 0 |   |   |   |
| RP035  | 4  | 1 | 1 | 1  | 5 | 0     | 4  | 0 | 4     | 0  | 1 | 1     | 3  | 0 | 2     | 2  | 3 | 0     | 1  | 3 | 0     | 2  | 2 | 4     | 0  | 1 | 1     | 3   | 0 | 1     | 3   | 3 | 0     | 3   | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 | 5 | 0 | 2 | 2 | 4 | 0 | 3 | 2 |   |   |   |   |   |
| RP036  | 3  | 0 | 3 | 0  | 4 | 0     | 2  | 2 | 5     | 0  | 1 | 1     | 4  | 0 | 4     | 0  | 3 | 0     | 2  | 1 | 4     | 0  | 4 | 0     | 5  | 0 | 2     | 0   | 4 | 0     | 4   | 0 | 5     | 0   | 2 | 2 | 4 | 0 | 4 | 0 | 6 | 0 | 3 | 0 | 6 | 0 | 3 | 0 |   |   |   |   |
| RP037  | 4  | 1 | 2 | 1  | 6 | 0     | 2  | 1 | 4     | 0  | 1 | 2     | 4  | 0 | 2     | 0  | 5 | 0     | 1  | 0 | 6     | 0  | 1 | 1     | 4  | 0 | 2     | 0   | 4 | 0     | 3   | 0 | 5     | 0   | 3 | 0 | 4 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0 | 2 | 2 | 4 | 0 | 2 | 2 |   |   |   |   |
| RP038  | 6  | 0 | 2 | 0  | 5 | 0     | 2  | 2 | 4     | 0  | 4 | 0     |    |   |       |    |   |       |    |   |       |    |   |       |    |   |       |     |   |       |     |   |       |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

## Anexo 20

*Data morfométrica de los roedores.*

| N° | MORFOMETRIA              |      |        |      |         |      |       |      |
|----|--------------------------|------|--------|------|---------|------|-------|------|
|    | longitud de cola (LC) cm |      |        |      |         |      |       |      |
|    | PARDA                    |      | ALBINA |      | MOTEADA |      | NEGRA |      |
|    | M                        | H    | M      | H    | M       | H    | M     | H    |
| 1  | 18.3                     | 17.1 | 17.3   | 17.1 | 18.3    | 17.4 | 21.7  | 19.2 |
| 2  | 18.9                     | 17.2 | 17.9   | 17.4 | 18.4    | 17.2 | 20.8  | 18.7 |
| 3  | 17.7                     | 18.2 | 17.7   | 17.9 | 19.4    | 17.4 | 21.4  | 19.0 |
| 4  | 18.1                     | 17.0 | 18.6   | 16.7 | 18.7    | 17.4 | 20.8  | 18.6 |
| 5  | 18.0                     | 17.7 | 18.0   | 16.1 | 19.3    | 17.1 | 22.2  | 17.9 |
| 6  | 18.7                     | 18.1 | 17.9   | 16.5 | 17.4    | 17.1 | 21.3  | 19.0 |
| 7  | 18.2                     | 17.5 | 16.9   | 17.4 | 18.6    | 17.4 | 21.2  | 18.9 |
| 8  | 18.4                     | 17.6 | 17.9   | 16.9 | 18.1    | 17.5 | 21.4  | 19.7 |
| 9  | 18.0                     | 17.2 | 17.2   | 17.2 | 17.8    | 17.0 | 21.4  | 18.5 |
| 10 | 18.5                     | 17.0 | 18.8   | 17.1 | 18.3    | 16.8 | 21.9  | 19.4 |

| N° | MORFOMETRIA               |     |        |     |         |     |       |     |
|----|---------------------------|-----|--------|-----|---------|-----|-------|-----|
|    | longitud de oreja (LO) cm |     |        |     |         |     |       |     |
|    | PARDA                     |     | ALBINA |     | MOTEADA |     | NEGRA |     |
|    | M                         | H   | M      | H   | M       | H   | M     | H   |
| 1  | 1.8                       | 1.5 | 2.6    | 1.3 | 1.7     | 1.7 | 1.2   | 1.2 |
| 2  | 2.2                       | 1.8 | 2.1    | 1.0 | 2.0     | 1.3 | 2.8   | 2.4 |
| 3  | 1.8                       | 1.5 | 1.4    | 1.3 | 2.5     | 2.0 | 2.7   | 2.3 |
| 4  | 1.9                       | 1.8 | 1.2    | 1.5 | 2.9     | 1.9 | 2.8   | 2.4 |
| 5  | 2.3                       | 1.8 | 1.9    | 1.4 | 1.0     | 1.6 | 2.1   | 2.0 |
| 6  | 1.5                       | 1.2 | 2.0    | 1.7 | 1.7     | 2.1 | 1.6   | 1.9 |
| 7  | 1.6                       | 2.1 | 2.1    | 1.9 | 1.7     | 1.8 | 2.3   | 1.9 |
| 8  | 2.4                       | 2.0 | 1.8    | 1.7 | 2.0     | 1.9 | 2.3   | 2.0 |
| 9  | 1.8                       | 1.2 | 2.7    | 2.3 | 2.1     | 1.7 | 2.3   | 2.4 |
| 10 | 2.0                       | 1.8 | 2.2    | 1.6 | 1.9     | 1.7 | 1.6   | 1.2 |

| N° | MORFOMETRIA                        |     |        |     |         |     |       |     |
|----|------------------------------------|-----|--------|-----|---------|-----|-------|-----|
|    | longitud de pata posterior (LP) cm |     |        |     |         |     |       |     |
|    | PARDA                              |     | ALBINA |     | MOTEADA |     | NEGRA |     |
|    | M                                  | H   | M      | H   | M       | H   | M     | H   |
| 1  | 4.3                                | 4.0 | 4.4    | 3.1 | 4.5     | 3.5 | 4.2   | 3.7 |
| 2  | 4.4                                | 3.8 | 4.1    | 3.9 | 4.6     | 3.6 | 4.2   | 4.0 |
| 3  | 4.9                                | 4.0 | 3.3    | 3.0 | 4.0     | 3.9 | 4.7   | 3.8 |
| 4  | 3.6                                | 3.6 | 4.5    | 3.2 | 3.9     | 2.7 | 3.8   | 3.3 |
| 5  | 4.5                                | 3.8 | 4.0    | 3.5 | 4.5     | 2.6 | 4.1   | 3.1 |
| 6  | 4.5                                | 2.8 | 4.6    | 4.0 | 4.6     | 3.6 | 4.0   | 3.9 |
| 7  | 4.3                                | 3.8 | 3.8    | 3.4 | 3.9     | 3.5 | 4.4   | 3.8 |
| 8  | 4.9                                | 3.7 | 3.9    | 3.7 | 4.4     | 3.7 | 3.8   | 3.5 |
| 9  | 4.2                                | 4.0 | 4.1    | 3.8 | 4.7     | 3.9 | 5.5   | 4.0 |
| 10 | 4.1                                | 4.0 | 4.9    | 3.6 | 3.7     | 3.6 | 3.6   | 3.0 |

| N° | MORFOMETRIA            |      |        |      |         |      |       |      |
|----|------------------------|------|--------|------|---------|------|-------|------|
|    | longitud total (LT) cm |      |        |      |         |      |       |      |
|    | PARDA                  |      | ALBINA |      | MOTEADA |      | NEGRA |      |
|    | M                      | H    | M      | H    | M       | H    | M     | H    |
| 1  | 44.1                   | 41.4 | 39.4   | 35.0 | 39.1    | 38.0 | 39.7  | 36.3 |
| 2  | 44.2                   | 40.6 | 39.0   | 34.3 | 38.6    | 37.7 | 38.9  | 36.7 |
| 3  | 43.5                   | 39.9 | 38.6   | 35.3 | 39.3    | 38.8 | 40.3  | 35.4 |
| 4  | 43.7                   | 41.7 | 40.1   | 35.7 | 39.9    | 38.0 | 39.8  | 36.0 |
| 5  | 44.6                   | 41.7 | 40.4   | 35.3 | 39.7    | 38.7 | 39.0  | 36.4 |
| 6  | 43.7                   | 41.2 | 40.5   | 34.4 | 39.1    | 37.3 | 40.0  | 36.4 |
| 7  | 42.9                   | 40.7 | 39.9   | 34.9 | 38.7    | 37.2 | 40.2  | 35.5 |
| 8  | 44.4                   | 41.0 | 39.5   | 34.9 | 39.2    | 37.6 | 39.9  | 36.2 |
| 9  | 44.7                   | 41.2 | 40.1   | 35.8 | 38.8    | 38.6 | 41.5  | 35.8 |
| 10 | 44.5                   | 41.3 | 40.0   | 35.5 | 39.3    | 38.4 | 39.6  | 36.3 |



*Bach. Lucio Velasco L./ Blgo. V. H. Carbajal Z./ Bach. L. Adelis Valdivia Q.*

  
\_\_\_\_\_  
**TESISTA**  
Bach. Lucio Velasco Lopez

  
\_\_\_\_\_  
**ASESOR**  
Blgo. Victor H. Carbajal Zegarra