



**Universitat de les
Illes Balears**

Facultat de Ciències

Memòria del Treball de Fi de Grau

Diseño de un cebo óptimo para el control de poblaciones de *Rattus* sp.

Estefania Baidez Sanchez

Grau de Biologia

Any acadèmic 2016-17

DNI de l'alumne: 43160665S

Treball tutelat per Antonio Martínez Taberner
Departament de Ecologia

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació	Autor		Tutor	
	Sí	No	Sí	No
	X		X	

Paraules clau del treball:
Cebo óptimo, *Rattus norvegicus*, rata,

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mí tutor, el Dr. Antonio Martínez Taberner, su paciencia y su guía durante todo el proceso que ha supuesto la realización del presente Trabajo Final de Grado. Agradecer a todo el departamento de Ecología de la UIB su ayuda y el apoyo prestado en la elaboración del trabajo, en especial a la Dra. Elena Baraza Ruiz por sus consejos en el análisis estadístico, así como el Dr. Samuel Piña Fernández por facilitar todo el material utilizado en la parte de campo.

También agradecer al departamento de Fisiología por facilitar los sujetos utilizados en el trabajo, en concreto a la Dra. Susana Cristina Esteban Valdés que también contribuyó con sus conocimientos, siempre teniendo un momento para resolver mis dudas y ayudarme.

A la Dra. Juana Barceló por la propuesta inicial del trabajo, ofreciendo sus sugerencias y total disposición.

A todas las personas que ofrecieron sus campos y casas para realizar en ellos el experimento de campo, así como soportar mi excesiva insistencia y facilitarme toda la ayuda posible.

A mi familia y amigas por la paciencia que han tenido cuando no salían las cosas, por darme su apoyo y ayuda, sin dudar, cuando más lo necesitaba.

Finalmente, agradecer a mi pareja que ha aguantado mi mal humor y me ha transmitido la paciencia necesaria para continuar cuando las fuerzas se acababan.

Índice

Resumen/Abstract	1
1 Introducción	2
1.1 Plaga de roedores: ratas y ratones.....	2
1.2 Historia de los rodenticidas.....	4
1.3 Alternativas	6
1.4 Cebo óptimo	6
1.5 Hipótesis y objetivos	8
2 Metodología	9
2.1 Procedimiento experimental en laboratorio.....	9
2.2 Cebos.....	11
2.3 Análisis estadísticos.....	13
2.4 Ensayo de campo.....	14
3 Resultados	16
3.1 Resultados de laboratorio	16
Prueba A	16
Prueba B	16
Prueba C	17
Prueba D.....	18
Observaciones en el laboratorio	19
3.2 Resultados de campo	19
Observaciones en el campo.....	21
4 Discusión	22
5 Conclusiones	25
6 Bibliografía	26

RESUMEN

Las ratas y ratones son una plaga que causa extinciones de especies nativas, así como cambios en el ecosistema y problemas en la salud humana. Actualmente los rodenticidas son el método de control más utilizado, sin embargo, su uso se encuentra limitado por presentar productos con alta toxicidad para especies no objetivo, problemas ambientales y presentar resistencia a especies objetivo, como por ejemplo los anticoagulantes.

Por tanto, debido a la ineficacia presentada en los actuales rodenticidas es necesario aplicar un producto no tóxico con un cebo óptimo palatable para roedores, mejorando el coste del rodenticida, así como reducir riesgos a especies no objetivo. La primera fase del experimento propuesto consistió en realizar diferentes pruebas con harinas y aditivos como aceites o productos azucarados. El cebo base que obtuvo una mayor aceptación por parte de *Rattus norvegicus* (rata marrón o rata noruega) fue aquel compuesto por harina integral de trigo con azúcar como aditivo. Las trampas colocadas en diferentes localidades de Mallorca facilitaron la comprobación del éxito de este cebo óptimo en el campo, observándose también atractivo para especies de roedores silvestres.

ABSTRACT

Rats and mice are a pest that cause extinctions of native species, as well as changes in the ecosystem and problems in human health. Currently, rodenticides are the most commonly used control method, however, their use is limited because of their components, highly toxic to non-target species, and that therefore can cause environmental problems and even resistance in target species, as is the case with anticoagulant rodenticides.

Therefore, due to inefficiency of current rodenticides, it is necessary to develop a harmless compound with an optimum palatable bait for rodents, improving the cost of the rodenticide, as well as reducing risks to non-target species. The first phase of the proposed experiment consisted of different tests with flours and additives such as oils or sweetened products. The base bait that obtained the best acceptance by *Rattus norvegicus* (Brown rat, Norway rat) was that composed by whole wheat flour with sugar as additives. The traps placed in different localities of Mallorca facilitated the verification of success of this optimised bait in the field, where it was observed to also be attractive for wild rodents species.

1 INTRODUCCIÓN

Los roedores son considerados la principal plaga en islas del mundo, de ahí la necesidad de nuevos métodos de control (Capizzi *et al.*, 2014). Concretamente la presencia de ratas invasoras conlleva severos problemas ya que, pueden afectar a diferentes especies nativas e incluso pueden portar enfermedades que afectan a la salud humana (Duron *et al.*, 2016). Por ello es imprescindible desarrollar métodos alternativos de control de ratas que sean más éticos y económicos, limitando al mismo tiempo los efectos a especies no objetivo y al medio ambiente (Meerburg *et al.*, 2008).

1.1 PLAGA DE ROEDORES: RATAS Y RATONES

Este orden de mamíferos son estrategias de la r, es decir, tienen una alta reproducción y adaptabilidad pudiendo ocupar diversos nichos (Shea & Chesson, 2002). Un claro ejemplo de ocupación ha sido los alcantarillados, considerados como principal reservorio para roedores (Gras *et al.*, 2012). Dentro de este gran laberinto los roedores se ven favorecidos de manera libre para reproducirse, ya que se les proporciona comida y refugio (Brooks, 1962).

Los roedores más comunes dentro de las zonas urbanas son *Mus musculus* L. (ratón doméstico) y *Rattus norvegicus*, conocida comúnmente como rata noruega o marrón (McKinney, 2006). Concretamente *Rattus rattus* L. (rata negra), *Rattus exulans* (rata del Pacífico) y *R. norvegicus* son las tres especies más dañinas, destacando por sus efectos sobre diferentes plantas, aves y reptiles, así como cambios en el funcionamiento del ecosistema (Fukami *et al.*, 2006). Particularmente en islas son de gran importancia causando extinciones de flora y fauna de especies nativas (Townsend *et al.*, 2006).

La urbanización, con sus redes de alcantarillado y de comunicación, evita la fragmentación de las poblaciones y favorece la conectividad, lo que conduce a que las ratas puedan prosperar mejor en áreas urbanas (McKinney, 2006); mientras en medios agrarios la concentración de alimentos atrae a los roedores, los cuales producen pérdidas económicas. Este fenómeno es perjudicial para las personas debido, a su efecto en la agricultura causando daños a cultivos, ganado e infraestructuras, y pudiendo actuar como vector de enfermedades para el ganado y las personas (Stenseth *et al.*, 2003). Por ejemplo, *R. rattus* L. actuó como huésped intermediario de la peste durante la Edad Media (Scott & Duncan, 2001). Así mismo, otras enfermedades o patógenos que pueden ser transmitidas por roedores

son *Salmonella* spp., *Toxoplasma gondii* (Meerburg *et al.*, 2008) y Leptospirosis (Brooks, 1962), esta última llegando a provocar 60.000 muertes de personas anualmente en todo el mundo (Cornwall, 2016).

Las ratas ya han invadido y se han aclimatado a un gran número de continentes e islas. Siendo así necesario el planteamiento de diferentes métodos de control para las ratas. Una propuesta es la erradicación, herramienta muy eficaz, especialmente en islas (Howald *et al.*, 2007). Aunque se ha visto que el proceso de erradicación o el control de ratas es efectivo, encontramos polémicas a causa de cuestiones éticas y falta de resultados posteriores a estos métodos (Towns *et al.*, 2006).

Las especies que pueden rentabilizar el hábitat humano se han visto favorecidas en su dispersión y crecimiento. En el caso de las ratas los beneficios vienen de la obtención de recursos alimenticios, tanto de desechos urbanos como de almacenamientos agrícolas y de recursos estructurales de conectividad. Minimizar estas facilidades y maximizar la competencia con depredadores de estas plagas son las maneras propias de estabilizar las poblaciones de plaga, sin embargo, no siempre resulta fácil ni suficiente. Por ello es necesario la búsqueda de un método de control de ratas eficaz e incruento, a la vez que económico.

En una recopilación hasta octubre del 2015 realizada por Duron (2016) se observó que los métodos más comunes para el control de ratas en zonas naturales de islas había sido el envenenamiento (rodenticidas) en un 35% y la combinación de la captura y envenenamiento (42%). Siendo las trampas y el uso de rodenticidas los métodos más simples y por tanto los más difundidos (**Tabla 1**). También son los que aportan resultados tangibles, es decir, la posible capacidad de observar individuos muertos o capturados, o poder valorar el consumo del cebo (Capizzi *et al.*, 2014). Aunque en grandes áreas se ha observado más beneficioso el uso de rodenticidas respecto la captura (Russell & Broome, 2016), este último método es más ambientalmente amigable.

La rata es un animal omnívoro y precavido que puede discernir sobre una alimentación de cebo apetitoso, pero finalmente tóxico. La utilización de venenos se puede ver complementada con más métodos con el objetivo de lograr mejores resultados. Un ejemplo es el acondicionamiento al cebo base, tratamiento conocido como pre-cebo. Este consiste en ofrecer previamente el cebo sin tóxico para que sea consumido libremente y se adquiera confianza, asegurando un aumento en el consumo posterior del cebo envenenado (Brooks,

1962). La superación a la timidez del cebo, es un método eficaz llegando a reducir hasta el 85% de la población de roedores (Barnett, 2001).

Otros métodos que podemos encontrar (**Tabla 1**) son aquellos que requieren una mayor investigación y experiencia (control de fertilidad, prevención y predicción de daños, mecanismos de comportamiento) y por ello menos utilizados (Capizzi *et al.*, 2014).

Tabla 1. Clasificación de los métodos de control para poblaciones de ratas a nivel mundial en la revisión por el grupo de Capizzi (2014). Muestra la importancia media entre los continentes o impactos (Average) la máxima importancia (Maximum) y el número (Number) de continentes e impactos donde hay al menos un estudio centrado en el método de control para ratas. Los impactos considerados en este estudio son: 1. Cultivos herbáceos, 2. Ecosistemas (impactos en especies y hábitat nativa), 3. Ganadería y agricultura, 4. Silvicultura, 5. Salud pública y 6. Áreas urbanas. Otros términos considerados son: el bienestar animal, aspectos de comportamientos, impacto de especies no objetivo, resistencia y finalmente la eficacia de varios cebos o trampas.

Methods	Continents						Impacts						Total	
	Average (%)		Maximum (%)		Number		Average (%)		Maximum (%)		Number		Sum of ranks	Rank
	%	Rank	%	Rank	n	Rank	%	Rank	%	Rank	n	Rank		
Poisons	44	1	77	1	6	1	50	1	79	1	6	1	6	1
Traps	16	2	20	3	6	1	15	2	29	2	6	1	11	2
Habitat management	16	3	33	2	6	1	12	3	22	3	6	1	13	3
Damage prevention/forecasting	3	7	5	7	5	4	3	4	8	6	6	1	29	4
Barriers	4	5	14	5	4	7	3	5	10	4	4	9	35	5
Repellents (chemical and acoustic)	4	4	12	6	3	9	2	8	9	5	5	6	38	6
Hunting	2	8	5	8	5	4	3	6	7	7	5	6	39	7
Predators and parasites	2	9	4	10	5	4	3	7	4	10	6	1	41	8
Fertility control	1	10	3	11	4	7	2	9	5	8	5	6	51	9
Intervention on ectoparasites/pathogens	3	6	15	4	1	12	1	11	3	11	2	11	55	10
Fumigants and explosives	1	11	3	12	3	9	1	10	4	9	3	10	61	11
Behavioural mechanisms	1	12	4	9	3	9	0	12	1	12	2	11	65	12

1.2 HISTORIA DE LOS RODENTICIDAS

Durante mucho tiempo el *National Wildlife Research Center* (NWRC) ha participado en los diferentes estudios del desarrollo de rodenticidas, para mejorar la efectividad en roedores y determinar el peligro para especies no objetivo (Fagerstone *et al.*, 2012). Podemos encontrar a lo largo del tiempo diferentes rodenticidas que por sus diferentes características han sido o no adecuados y aceptados.

Uno de los pesticidas que ha servido para el manejo de plagas durante mucho tiempo en Europa ha sido el alcaloide de la estricnina (Fagerstone *et al.*, 2012). Se usa principalmente en roedores bajo tierra, para prevenir daños en bosques o cultivos agrícolas, así como exposiciones de especies no objetivo (Ramey *et al.*, 2002).

También se han encontrado productos naturales, como los polvos del bulbo de *Drimys maritima* (escila roja) útiles para cebos en el control de ratas. El inconveniente es el alto consumo que se necesita para una dosis letal en machos, así como la aversión que provoca su rápida acción tóxica (Verbiscar *et al.*, 1989). A diferencia, el sulfato de talio, posee una acción más lenta (2-4 días) evitando la aversión de los roedores por el producto. Esta sal tóxica de metal pesado fue utilizada como rodenticida durante el 1920 en Alemania. Sin embargo, la gran toxicidad que presentaba para el hombre limitó su uso (Richter, 1950).

Debido a la escasez de estricnina, escila roja y sulfato de talio durante la Segunda Guerra Mundial fue necesario una nueva sustancia eficaz para el control de roedores, fue así como el compuesto 1080 (fluoroacetato de sodio) apareció como un eficaz rodenticida (Richter, 1950). Posteriormente un derivado de este, fluoroacetamida, mostró mejor efectividad que el fluoroacetato sódico en el control de ratas de alcantarillado, con una menor toxicidad y signos de envenenamiento más tardíos (Brooks, 1962).

El fosforo de zinc es un rodenticida eficaz para los diferentes cultivos agrícolas (Fagerstone *et al.*, 2012). Presentado como un tóxico de acción única y rápida (Hadler & Buckle, 1992). Sin embargo, las especies no objetivo principalmente aves se han visto perjudicadas, y por ello se recomienda el uso de este rodenticida cuando la población de roedores sea elevada y se pueda llevar a cabo un seguimiento del cebo (Brown *et al.*, 2002).

El colecalciferol o vitamina D3, fue utilizado en islas de pequeño tamaño, mostrando resultados efectivos para la erradicación de *R. rattus*, sin embargo, el riesgo a la timidez del cebo podía estar presente en ocasiones (Donlan *et al.*, 2003).

Como se observa, hasta el 1950 los rodenticidas agudos eran los más usados para el control de plagas. Eran venenos con una acción rápida, con alta toxicidad para cualquier especie y con ausencia de antídotos y, por lo tanto, mostrando una reducción en sus usos durante el tiempo (Meerburg *et al.*, 2008).

Los rodenticidas más utilizados actualmente son los anticoagulantes, estos actúan inhibiendo la síntesis de factores de coagulación dependientes de la vitamina K en el hígado, lo que provoca una muerte por hemorragia interna (Hadler & Buckle, 1992).

Los anticoagulantes se dividen en primera y segunda generación según su potencia, los de primera generación son principalmente: Pindone, Warfarina y Coumatetralyl (Eason *et al.*, 2001); debido a la resistencia presentada a éstos (principalmente Warfarina), se han

desarrollado los de segunda generación (Hadler & Shadbolt, 1975) tales como Brodifacoum, Flocoumafen, Bromadiolone, Difenacoum y Difethialone (Eason *et al.*, 2001).

Los anticoagulantes más potentes (segunda generación) pueden estar presentes durante al menos seis meses en roedores y, por lo tanto, existe un gran riesgo de envenenamiento secundario para depredadores salvajes (López-Perea *et al.*, 2015).

En los últimos 15 años se requiere la búsqueda de nuevas sustancias tóxicas no anticoagulantes, menos persistentes, evitando así la resistencia y los riesgos a especies no objetivo y a la resistencia que se pueda presentar (Campbell *et al.*, 2015).

1.3 ALTERNATIVAS

Todos los métodos utilizados actualmente muestran inconvenientes y desventajas, por ejemplo, el uso de anticoagulantes se ha visto que puede ser perjudicial para otras especies (López-Perea *et al.*, 2015). Por lo que, se propone el uso de sustancias no venenosas que reduzcan el coste, así como los riesgos a especies no objetivo, como sería el uso de sulfato de calcio (CaSO_4), conocido comúnmente como yeso.

Los investigadores proponen el uso del yeso como una sustancia no tóxica y eficaz para el control de ratas, en la actualidad se encuentran diferentes patentes con el objetivo de erradicar roedores utilizando un cebo juntamente con yeso. La última actualización propuesta por Meisenbach (2005) menciona una nueva composición con CaSO_4 con diferentes porcentajes de agua, obteniendo la forma de sulfato de calcio hemihidrato o sulfato de calcio dihidrato, donde la letalidad en esta sustancia es más eficaz y disminuye la crueldad en la muerte del roedor.

La presente sustancia se caracteriza como un compuesto no tóxico siendo así de utilidad pública, sin peligro para las personas o para especies no objetivo (Arcis & Vicente, 1996). Este compuesto actúa en el intestino donde juntamente con absorción de agua se endurece provocando la muerte del roedor dentro de las 16-25 horas posteriores al consumo (Meisenbach, 1993).

1.4 CEBO ÓPTIMO

Actualmente se encuentran estudios para mejorar la efectividad de los rodenticidas y evitar sus efectos negativos, sin embargo, es necesario considerar la aceptación del cebo base como un factor importante en el control de ratas. Ya que este, se ve limitado por el

comportamiento de los roedores y como consecuencia limitando la efectividad del tóxico (Bullard & Shumake, 1977).

En condiciones normales las ratas se alimentan en oscuridad, y lo hacen en intervalos regulares (Barnett, 2001). Un punto clave a tener en cuenta es la neofobia que presentan las ratas, un efecto que provoca la aversión por el consumo del cebo y por ello la probabilidad de consumir dosis sub-letales (Brunton *et al.*, 1993). El hecho de que las ratas no puedan regurgitar alimentos una vez ingeridos, debe ser considerado como un punto importante, ya que a su vez explica sus hábitos alimenticios precavidos y en pequeñas dosis (Richter, 1950).

Otros rasgos de comportamiento, son las preferencias alimentarias y la capacidad de detectar, reconocer y recordar gustos. Por lo que, la obtención de un cebo palatal y que no provoque aversión es clave para el control de ratas. Además, debe evitarse lo máximo posible la toxicidad dado que la aversión gustativa es sensible a ella (García *et al.*, 1966).

El cebo ideal debe ser aquel que sea apetecible y letal para especies objetivo, y a su vez no debe serlo para las especies no objetivo. Por otro lado, debe ser persistente en el medio ambiente de manera que el organismo diana esté expuesto, además de evitar exposiciones secundarias siendo el tiempo de permanencia en el individuo mínimo. Finalmente, se debe disminuir la probabilidad de provocar timidez al cebo (Howald *et al.*, 2007), este último se intenta evitar con el método pre-cebo anteriormente mencionado (Brooks, 1962).

La información encontrada sobre los diferentes atrayentes es muy diversa (**Tabla 2**), ya que no es posible encontrar un único atractivo para todos los roedores, a causa de la heterogeneidad en gustos presentada en las varias especies de ratas y ratones (Clapperton, 2006).

En diferentes estudios la base de cebo que han dado mejor resultados son diversos granos de cereales, encontrando desde avena y maíz hasta trigo o cebada (Brooks & Jackson, 1973). Por ejemplo, en un ensayo realizado por Brooks (1962), se utilizaron tóxicos mezclados con granos de cereal (avena y trigo) conjuntamente con aceite de maíz, o con pescado molido, teniendo un efecto atractivo y efectivo para las ratas.

El azúcar (compuestos dulces), los aceites vegetales o las grasas animales son considerados como aditivos eficaces en cebos de cereales, mejorando la aceptación en los cebos y la palatabilidad en los roedores (Howard & Marsh, 1981). Otros ejemplos, con

sabores dulces o contenido en grasas son los aditivos naturales como la harina de pescado, cacahuets y harina de coco (Marsh, 1988).

Tabla 2. Resumen de los materiales de cebo y señuelos atractivos y palatales en los ratones y ratas, en una revisión bibliografía por Clapperton (2006).

BAIT/LURE	MICE	SHIP RATS	NORWAY RATS	KIORE	REFERENCES
Canary seed	×				Rowe et al. 1974; Robards & Saunders 1998; Pennycuik & Cowan 1990
Oats	×			×	Rowe et al. 1974; McFadden 1984
Wheat	×		×		Barnett & Spencer 1949, 1953; Rowe et al. 1974; Asran 1993a, b
Rice		×	×	×	Harrison & Woodville 1950; Brooks & Bowerman 1973; Khan 1974
Millet		×	×		Brooks & Bowerman 1973; Khan 1974
Barley			×	×	Brooks & Bowerman 1973; McFadden 1984
Maize	×			×	McFadden 1984; Pennycuik & Cowan 1990
Sunflower seed	×		×		Brooks & Bowerman 1973; Pennycuik & Cowan 1990
Peanuts			×		Brooks & Bowerman 1973
Cooked soybean			×		Brooks & Bowerman 1973
Sugars	×	×	×		Rowe 1961; Collier & Bolles 1968; Howard et al. 1972; Smythe 1976
Saccharin			×		Wagner 1971
Oils	×	×	×		Rowe et al. 1974; Ahmad et al. 1974; Meehan 1984; Pathak & Saxena 1995
Coconut		×	×	×	McFadden 1984; Bull 1972; Robertson et al. 1998
Agar	×				Moro 2002
Fishmeal	×				Robards & Saunders 1998
Chocolate	×		×		Singh 2003; Weihong et al. 1999
Onion	×				Saxena et al. 1995
Egg (yolk, shell)		×	×		Shafi et al. 1990, 1992; Pervez et al. 1999
Yeast		×	×		Shafi et al. 1990, 1992
Cheese			×		Weihong et al. 1999
Soap			×		Weihong et al. 1999
Grape			×		Smythe 1976
Blood & offal			×		Bull 1972
Cinnam-aldehyde			×		Bull 1972
Fish			×		Bull 1972
Raspberry			×		Bull 1972
Aniseed			×		Bull 1972
Banana				×	McFadden 1984
Eucalyptus				×	McFadden 1984
Vanilla				×	McFadden 1984

En cualquier caso, son muchos los factores a considerar para el control de ratas. Es necesario investigaciones sobre nuevos productos tradicionales y económicos de uso cotidiano. De la misma manera, estos productos deben evitar riesgos al ecosistema y deben causar el mínimo daño posible a la especie objetivo, siguiendo los requisitos (ética). Así como, estudios sobre un cebó óptimo clave para los roedores que conjuntamente con el producto formen un rodenticida adecuado y efectivo.

1.5 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis: La utilización de un cebo base atractivo juntamente a un producto tradicional mineral dañino para las ratas, puede favorecer el control de las plagas de *Rattus sp.* de una manera económica y menos agresiva para el ecosistema.

Así pues, el objetivo general de este estudio fue determinar un cebo óptimo para las ratas que posteriormente pueda ser utilizado con un producto tradicional mineral no tóxico. Además, los objetivos específicos:

1. Una prueba de alimentación de elección, utilizando materiales económicos y de fácil acceso como diferentes tipos de azúcar y harinas con aceite y pasta de pescado.
2. Ensayo en el campo con el objetivo de evaluar las condiciones reales de uso y la palatabilidad del cebo óptimo.

2 METODOLOGÍA

El estudio se orientó a través de las notas técnicas de orientación (TNsG) en la evaluación de un rodenticida según lo dispuesto en el reglamento (UE) número 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de mayo de 2012, relativo a la comercialización y el uso de los biocidas.

Posteriormente a consultas con los técnicos del estabulario del “Servei Científic Tècnic” de la UIB y con investigadores del Departamento de Biología y conociendo las normas y reglamentos para el trabajo experimental con animales se optó, en esta primera fase del trabajo, en centrarse en un cebo óptimo. Los condicionantes existentes para el trabajo y sacrificio de animales de laboratorio que se derivan de las normas del comité ético son estrictas y convincentes, por lo que los trabajos que pudiesen representar maltrato al animal o el uso de cualquier tóxico, fue pospuesto para una segunda fase, si procede, centrándonos en el cebo, el cual puede servir para incorporar cualquier sustancia o sencillamente para cazar a los roedores. Así, se propone un ensayo de laboratorio para obtener un cebo óptimo y posteriormente su comprobación en el campo. Por tanto, el procedimiento que seguirá el estudio será:

1. Diferentes pruebas de alimentación para un cebo óptimo utilizando materiales económicos y de fácil acceso.
2. Ensayo en el campo para la comprobación del cebo óptimo.

2.1 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL EN LABORATORIO

Los animales estudiados en este experimento fueron ratas hembras Wistar, pertenecientes a la especie *R. norvegicus*, de 18 meses de edad. Las ratas fueron presentadas en jaulas con un total de 13 ratas.

El estudio consistió en una prueba de palatabilidad, definida como los gramos de cebo consumidos, donde diferentes compuestos de alimentos eran presentados a las ratas para su elección.

El ensayo se realizó en un campo abierto (open field) donde se colocaban placas de Petri como recipientes, en las que se situaba el cebo. Las placas se dispusieron de manera equidistantes entre ellas y junto a las paredes (**Figura 1**), ya que las ratas siguen movimientos desde líneas laterales y no sobre zonas amplias (Bentley *et al.*, 1955)

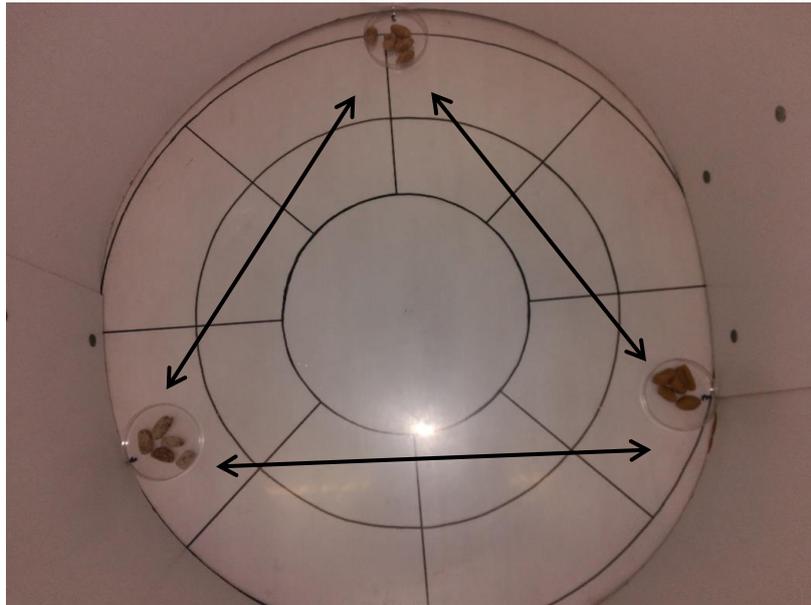


Figura 1. Fotografía que muestra el montaje del campo abierto (open field) para la primera prueba con placas de Petri colocadas de manera equidistantes entre ellas y junto a las paredes.

El experimento se realizó de la siguiente manera:

1. **Privatización de alimentos.** Se sometieron a un ayuno de dos días, eliminando la dieta estándar proporcionada por el estabulario de la Universidad de las Islas Baleares, pero siempre manteniendo libre acceso al agua.
2. **Aclimatación.** Previamente a cada entrenamiento se realizaban habituaciones, que consistían en mantener las jaulas en el laboratorio durante 30 minutos para su aclimatación.
3. **Acondicionamiento.** Para cada día de ayuno (total 2 días) se sometía a cada sujeto individualmente a un entrenamiento en el campo abierto de 30 minutos, donde se proporcionaba las placas de Petri sin el cebo con el objetivo de acondicionar el sujeto al lugar (**Figura 2**).

4. **Prueba.** Al tercer día se llevaba a cabo la prueba en el campo abierto, donde los diferentes compuestos eran presentados a las ratas individualmente. Fueron realizadas 4 pruebas con diferentes tipos de cebos propuestos. Cada una de las pruebas fue registrada en vídeo.



Figura 2. Fotografía que muestra el acondicionamiento de la rata 5, con la placa de Petri sin el cebo.

Cabe destacar que el campo abierto se limpiaba con etanol al 70% después de cada acondicionamiento para dar paso al siguiente sujeto, así como después de cada prueba. También es necesario mencionar que cada rata fue pesada cada día durante el ensayo (días de ayuno), estos variaban entre 250 – 380 gramos por rata.

Los ensayos fueron realizados en horaria de mañana (8:00 – 13:00 h), bajo las mismas condiciones para todos los sujetos con la máxima homogeneización posible.

2.2 CEBOS

Todos los cebos utilizados en este experimento se hicieron mezclados con una base de harina integral de cereal. Los cebos se presentaron en forma de pasta con un peso de 5 gramos cada una, para poder formar la pasta se utilizaba agua convencional (**Figura 3**). La elección de todos los alimentos se rigió por el precio más económico y de uso cotidiano.



Figura 3. Fotografía donde se observa la fase de preparación del cebo 2 de la prueba A compuesto por harina integral de trigo y agua.

El análisis de la palatabilidad para cada cebo se llevó a cabo teniendo en cuenta los gramos consumidos de cada uno, y se realizó un análisis individual por cada prueba.

Se hizo una primera prueba con harinas integrales, harina de pescado, en forma de anchoa, una segunda opción fueron los aditivos azucarados o dulces y una tercera opción con aceites. En función de los resultados obtenidos con las harinas de base se iban diseñando los siguientes experimentos. Las diferentes pruebas con sus respectivos cebos se ven representados en la siguiente tabla:

Prueba	Cebo	Alimentos
A	1	Pasta de anchoa + Harina de trigo
	2	Harina de trigo + Agua
	3	Harina de avena + Aceite
B	A + O	Harina de avena + Aceite
	A + A	Harina de avena + Agua
	T + O	Harina de trigo + Aceite
	T + A	Harina de trigo + Agua
C	8	Harina de trigo + cacao instantáneo azucarado
	9	Harina de trigo + Azúcar moreno
	10	Harina de trigo + Azúcar blanco
D	11	Harina de trigo + Aceite
	12	Harina de trigo + Azúcar blanco

1. **Prueba A.** Para la primera prueba los alimentos utilizados fueron 3: pasta de anchoa con harina de trigo (1:1), harina de trigo y harina de avena con aceite (1:4).
2. **Prueba B.** Una vez fueron obtenidos los resultados de la primera prueba se realizó una segunda con los diferentes tipos de harina integral, de trigo o de avena, formando pastas con aceite en proporciones 1:4 y otras únicamente de harina con agua, presentando un total de 4 cebos, dos para harina de trigo y otras dos para harina de avena (**Figura 4**).
3. **Prueba C.** Los cebos para esta prueba se formaron con harina de trigo y con diferentes tipos de dulces, donde se molió los gránulos de azúcar moreno y azúcar blanco en proporción 1:1 y finalmente harina de trigo juntamente con cacao instantáneo azucarado (1:1), presentando un total de 3 cebos.
4. **Prueba D.** La última prueba y definitiva consistió en 2 cebos, el primero contenía harina de trigo con aceite (1:4) y el segundo formado por harina de trigo con azúcar blanco.

Es necesario indicar que para la prueba A y B se utilizaron 6 sujetos, por otro lado, la prueba C y D los 7 restantes. También mencionar que cada cebo fue presentado en un conjunto de pastas con aproximadamente 20 gramos.



Figura 4. Fotografía de los 4 cebo en la prueba: arriba encontramos las dos placas formadas con cebos de harina de trigo a la izquierda con agua y a la derecha con aceite. Por otro lado, abajo los dos cebos con harina de avena a la izquierda con agua y a la derecha con aceite.

2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los datos obtenidos fueron analizados con la ayuda del programa R Core Team (2015), realizando un modelo lineal mixto generalizado (GLMM; siglas Generalized Linear Mixed Models) con la función lme de la librería nlme, considerando como valor aleatorio la rata ($\text{random}=\sim 1|\text{Rata}$). De esta manera las conclusiones se referirán a toda la especie *R. norvegicus*, de las cuáles, las 13 utilizadas en el experimento son sólo una muestra del total de la población.

Además, con GLMM se analiza el efecto del peso final del animal, así como el valor de la pérdida de peso (peso inicial – peso final) como covariable y el tipo de cebo como factor fijo. En el caso de que el tipo de cebo variara según el tipo de harina y la presencia o no de aceite (prueba B), ambos factores se consideraron por separado como factores fijos. El modelo inicial incluía todas las interacciones posibles, pero al no ser significativas se eliminaron del modelo final.

La normalidad de los datos se testó realizando el test Shapiro – Wilk ($p>0.05$). Para conocer si se cumplirá la igualdad de variancias se realizará el test Bartlett ($p>0.05$). En el caso que el test de Bartlett sea $p < 0.05$ se podrá incluir una componente en el modelo indicando diferencias de variancias con el argumento weight de la función lme() en el GLMM generalizado de la librería nlme.

2.4 ENSAYO DE CAMPO

Se realizaron 6 ensayos en diferentes localizaciones de Mallorca (**Figura 5**). Los lugares donde se situó el cebo óptimo conjuntamente con trampas y cámaras fueron los siguientes: Es Verger (Esporles), el torrente de Sóller, Biniali, Santa Eugènia, Son Ferriol y finalmente Lluçmajor.

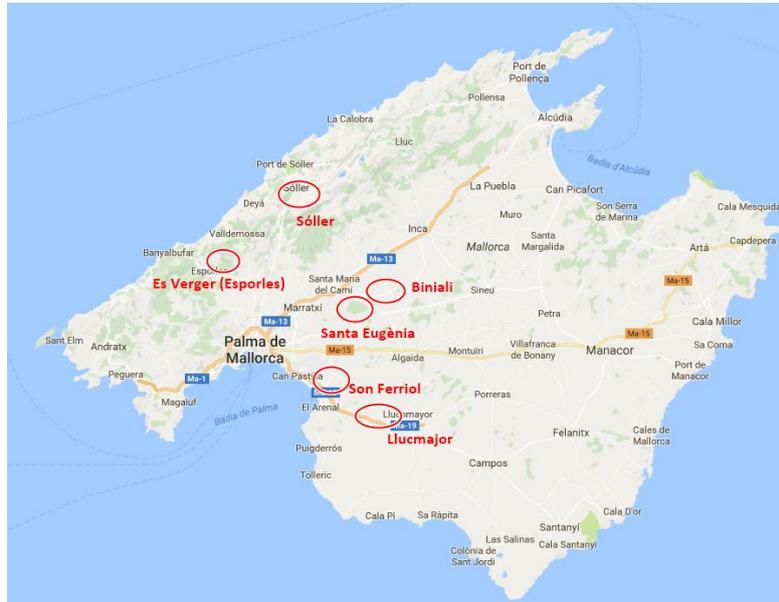


Figura 5. Mapa de Mallorca (Islas Baleares) en el que se muestra con círculos y nombres en rojo la localización donde se llevó a cabo el ensayo de campo.

Las trampas seleccionadas fueron de tipo Sherman y trampas para ratas con un resorte para la captura del animal vivo. Estas últimas, pudiendo ser de dos tamaños diferentes, 30 x 15 x 13 cm y 12 x 5.5 x 5.5 cm (largo x ancho x alto) para la de mayor tamaño y menor respectivamente (**Figura 6**).

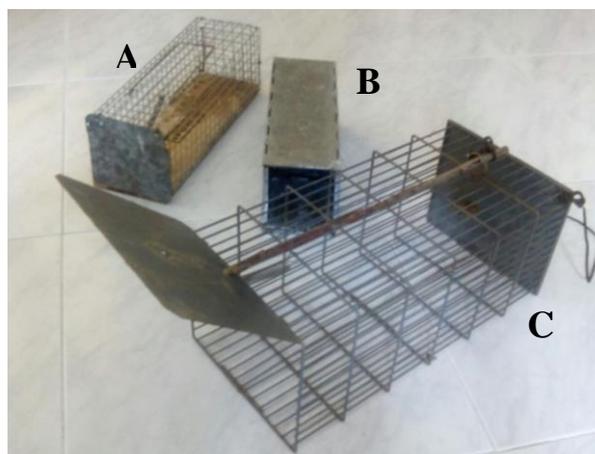


Figura 6. Fotografía de los diferentes tipos de trampas. La trampa A y C son trampas para la captura de ratas vivas, siendo C la de mayor tamaño y A menor. Finalmente, la trampa B es de tipo Sherman.

Se dispusieron una trampa de tipo Sherman y trampa para la captura de una rata viva de mayor tamaño en las localizaciones del torrente de Sóller, es Verger, Son Ferriol y Lluçmajor. Por otro lado, trampas para la captura de la rata viva de menores dimensiones fueron colocadas en la zona de Santa Eugènia. Finalmente, una trampa de tipo Sherman se situó en Biniali. Conjuntamente con las trampas se colocó una cámara de fototrampeo Bushnell (**Figura 7**), con ellas se capturaron imágenes las 24 horas del día, así como grabaciones.



Figura 7. Fotografía del montaje preparado en Es Verger (Esporles). Mostrando a la izquierda la cámara de fototrampeo Bushnell y a la derecha la trampa de mayor tamaño para captura de una rata viva.

El cebo aplicado en las trampas fue el cebo óptimo obtenido en la prueba D, se aplicó 5 gramos por trampa. Además, para cada una de las zonas se llevó a cabo una comprobación de la presencia de roedores, eliminando si fuera posible la cantidad de excrementos del lugar, para su posterior revisión.

En las zonas de campo como fue el caso de Es Verger y Biniali se mantuvo el montaje durante una semana. Por otro lado, el torrente de Sóller, Lluçmajor y Santa Eugènia la duración del ensayo fue de dos semanas, donde el cebo fue aplicado a las trampas y en su exterior. El seguimiento consistió en intervalos de tres/cuatro días una visita y renovación del cebo, en caso de ser necesario.

Finalmente, en Son Ferriol se llevó a cabo el ensayo en una despensa durante tres semanas, siendo el seguimiento igual que en el caso anterior. El montaje se dispuso en el lugar de la despensa que se observó presencia de ratas y ratones con heces, colocando una trampa y cebo exterior.

Cabe decir, que se produjo el cambio de las trampas para la captura de un individuo vivo por una del mismo tipo.

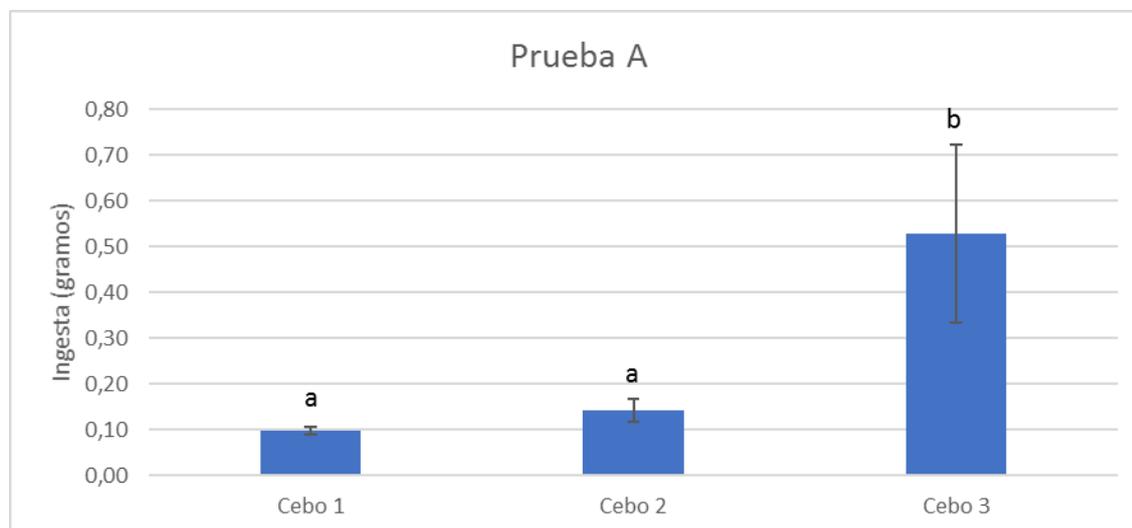
3 RESULTADOS

3.1 RESULTADOS DE LABORATORIO

Los valores obtenidos por el GLMM con las covariables peso final y pérdida de peso no mostraron diferencias significativas para ninguna prueba. Y por tanto fueron eliminadas para el modelo final de cada una de las pruebas.

Prueba A

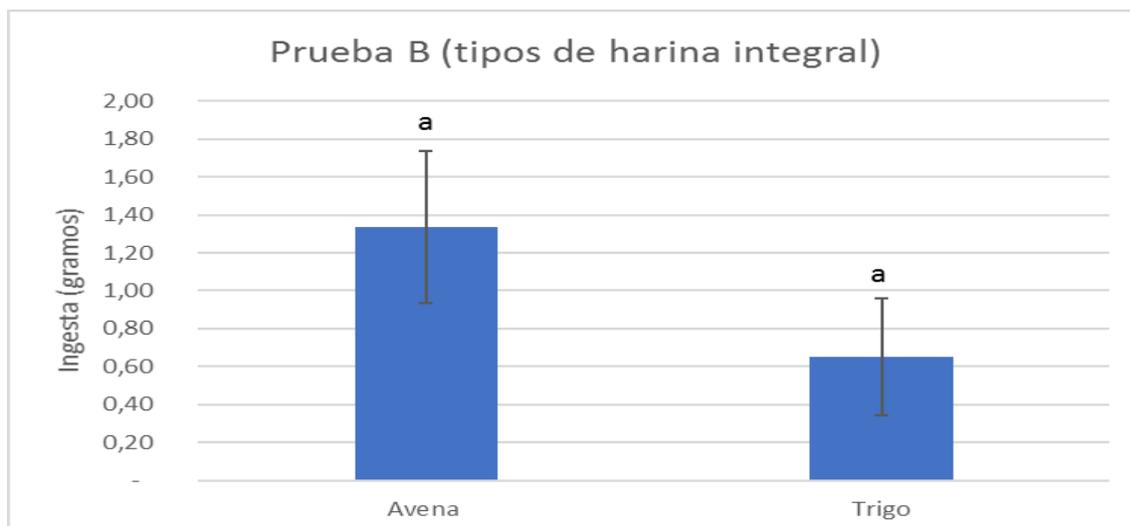
El GLMM mostró diferencias significativas entre los cebos de la prueba A, con un p-valor igual a 0.020. Se muestra un mayor consumo para el cebo 3 respecto al cebo 1 y 2 (**Gráfica 1**).



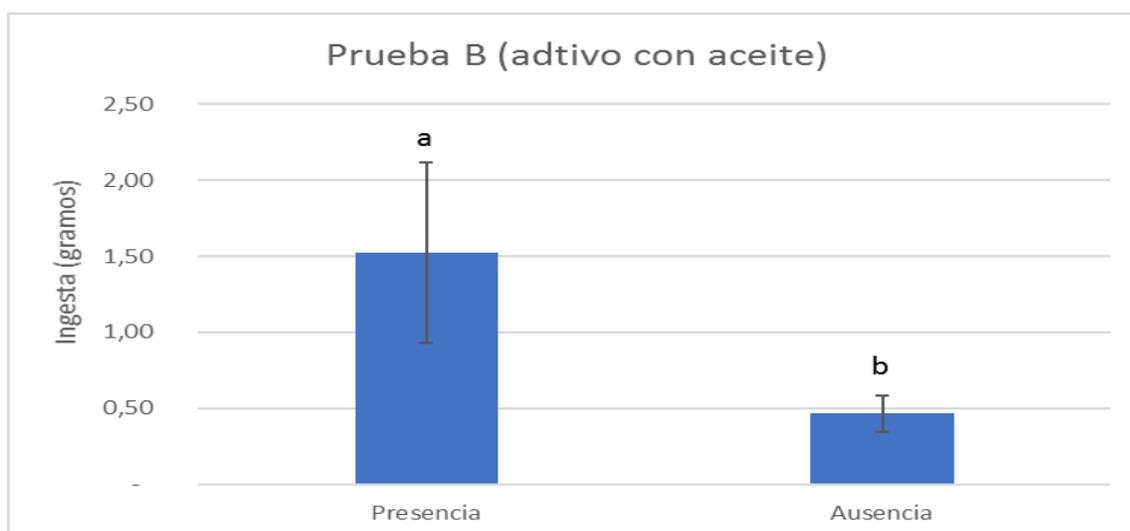
Gráfica 1. Representación de la media y error de la media de los valores de la ingesta en gramos de cada cebo consumido en la prueba A. Los cebos representados son: cebo 1 (harina de trigo + pasta de anchoa), cebo 2 (harina de trigo) y cebo 3 (harina de avena + aceite). Mediante el GLMM se compara la ingesta (gramos) entre cebos, indicando con a y b las diferencias significativas ($p=0.020$).

Prueba B

En el análisis para la prueba B no se encontraron diferencias significativas entre los dos tipos de harina integral ($p=0.110$), siendo mayor el consumo en la harina integral de avena (**Gráfica 2**). Por otro lado, si se encontró diferencias en la presencia o no de aceite con un p-valor igual a 0.018, siendo la mayor ingesta en los cebos con aceite (**Gráfica 3**).



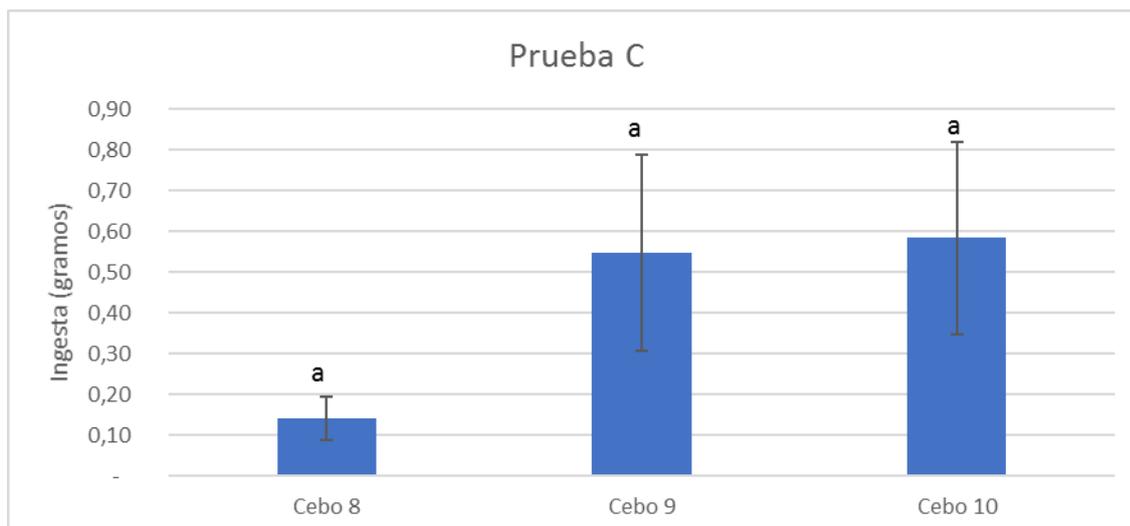
Gráfica 2. Representación de la media y error de la media de los valores de la ingesta de 6 ratas en gramos respecto los dos cebos con harina integral de dos tipos, avena y trigo, para la prueba B. Mediante el GLMM se compara la ingesta (gramos) entre cebos, con a se indica que no hay diferencias significativas ($p=0.110$).



Gráfica 3. Representación de la media y error de la media de los valores de la ingesta de 6 ratas en gramos respecto los dos cebos con presencia o ausencia del aditivo aceite, para la prueba B. Mediante el GLMM se compara la ingesta (gramos) entre cebos, mostrando diferencias significativas ($p=0.018$), indicado con a y b.

Prueba C

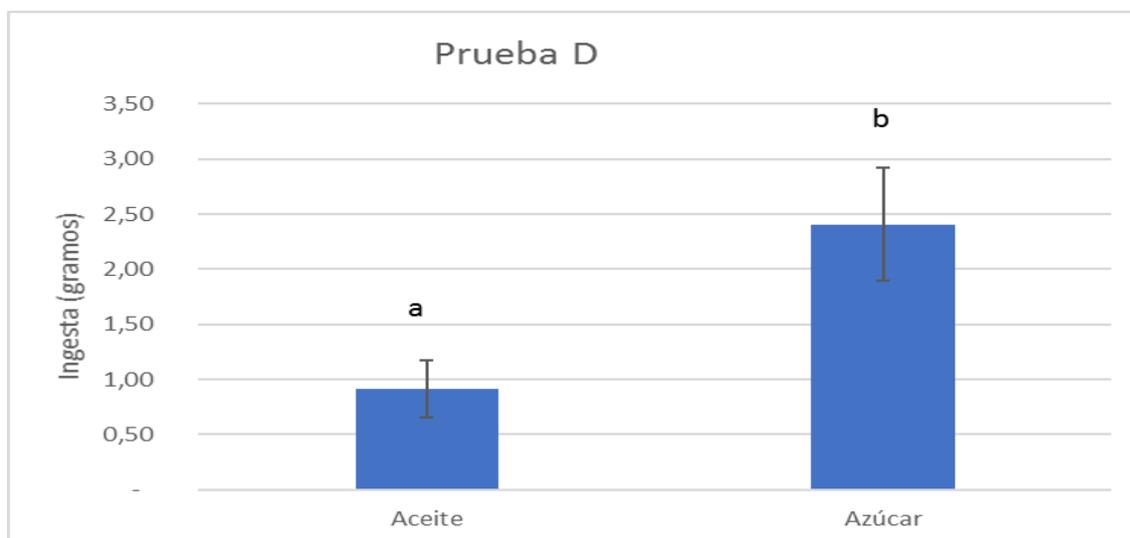
En la prueba C no se observaron diferencias significativas entre los cebos ($p=0.131$), aquellos que contenían diferentes compuestos de sabores dulces (**Gráfica 4**).



Gráfica 4. Representación de la media y error de la media de los valores de la ingesta en gramos de cada cebo consumido por 7 ratas en la prueba C. Los cebos representados son: cebo 8 (cacao instantáneo azucarado), cebo 9 (azúcar blanco) y cebo 10 (azúcar moreno) todos con base de harina de trigo. Mediante el GLMM se compara la ingesta (gramos) entre cebos, sin mostrar diferencias significativas ($p=0.131$) indicado con a.

Prueba D

Finalmente, la prueba D se obtuvieron diferencias significativas entre el cebo 11 y 12 ($p=0.038$), teniendo una ingesta mayor para el cebo 12 que contenía harina de trigo juntamente con azúcar (**Gráfica 5**).



Gráfica 5. Representación de la media y error de la media de los gramos ingeridos en 7 ratas para el cebo con harina de trigo con aceite (Aceite) y el cebo con harina de trigo juntamente con azúcar (Azúcar). El análisis fue realizado mediante el modelo lineal mixto generalizado, mostrando diferencias significativas ($p=0.038$), indicado con a y b.

Observaciones en el laboratorio

Durante todo el ensayo de laboratorio las ratas tuvieron comportamientos semejantes. La reacción para el primer día de acondicionamiento era muy similar entre los sujetos, se observaron actividades bajas y con mayor presencia de excrementos y orina respecto al segundo acondicionamiento y el tercer día (prueba). Cabe decir que no siempre se produjo un aumento en la actividad de los sujetos, pero si mostraron una disminución de heces y orina.

Por otro lado, se observó que todos los sujetos transportaron las pastas fuera de la placa de Petri. Una vez tenían la pasta fuera se alimentaban, aunque en cantidades mínimas. El consumo total de una pasta se produjo únicamente por una rata, concretamente la rata 8 en la prueba D en el cebo compuesto por azúcar, consumiendo 4.1 gramos.

Otros comportamientos que se observaron se debían a alteraciones externas, ya que cuando se producía sonidos externos el sujeto se mantenía un tiempo largo (> 1 minuto) inmobilizada.

3.2 RESULTADOS DE CAMPO

Las zonas de Biniali y Es Verger no se capturó ningún individuo. Durante la primera visita no se observaron cambios, sin embargo, en Es Verger para la recogida del montaje se encontró los dos tipos de trampas desactivadas pero el cebo se encontró intacto.

En el caso del torrente de Sóller la primera visita no se observó ningún movimiento. A los siete días, el alimento del exterior de la trampa no se encontró (**Figura 8**). La tercera visita (diez días) la trampa de tipo Sherman se encontró desactivada con el cebo intacto en su interior, por otro lado, la trampa para la captura de la rata viva se encontró en las mismas condiciones a excepción de presentar el cebo de su interior roído. Finalmente, en la recogida del montaje la trampa de tipo Sherman no mostró ningún cambio, a diferencia de la trampa para la captura del animal vivo que no se activó, y al no cerrarse no se pudo capturar ningún individuo ya que el cebo en su interior no se encontró.

Por otro lado, la zona de Santa Eugènia no mostró ningún cambio durante la primera semana. Sin embargo, la tercera visita el cebo del exterior no se encontró, tres días después en comparación con el torrente de Sóller. La trampa pequeña para la captura del roedor vivo no mostró ningún cambio más durante el ensayo producido en Santa Eugènia.



Figura 8. Fotografía de la trampa en el torrente de Sóller. La fotografía de la izquierda muestra la primera visita (tercer día) y a la derecha se muestra la trampa después de siete días, donde se observa que el cebo situado en el exterior de la trampa no se encuentra, representado en círculos de colores.

En la zona de Lluçmajor no se observaron cambios en ninguna de los dos tipos de trampa durante los primeros 10 días, sin embargo, en la segunda visita todo el cebo del exterior había sido eliminado. Finalmente, 14 días de haber presentado el cebo fue capturado un individuo de la especie *M. musculus* (**Figura 9**).



Figura 9. Fotografía del individuo (*M. musculus*) capturado con una trampa para la captura de un roedor vivo en Lluçmajor con el cebo óptimo obtenido en la prueba D.

Finalmente, en Son Ferriol los resultados mostraron en la primera visita un cambio, donde la trampa fue encontrada desactivada, sin embargo, no fue capturado ningún individuo y el cebo del interior se mostraba intacto. La segunda visita (séptimo día) todo el alimento del exterior de la trampa había sido eliminado (**Figura 10**).



Figura 10. Fotografía en la despensa de Son Ferriol se muestra a la derecha el cuarto día de la trampa y a mano izquierda el séptimo día.

Durante la segunda semana, día 10 se encontró la trampa activada y sin presencia de cebo en el interior de la trampa para la captura de un roedor vivo. En las dos siguientes visitas se encontró la trampa desactivada y en ninguno de los dos casos se encontró presencia de cebo. Finalmente, la tercera semana (día 18) se capturo un individuo de la especie *M. musculus* (**Figura 10**).



Figura 10. Fotografía del individuo capturado con una trampa para la captura de un roedor vivo en la despensa de Son Ferriol con el cebo óptimo obtenido en la prueba D.

Observaciones en el campo

Las cámaras de fototrampeo Bushnell no capturaron ninguna imagen ni videos durante el ensayo de campo debido a un fallo del propio instrumento.

Las trampas de tipo Sherman no mostraron variaciones durante el ensayo de campo, aunque se encontraron desactivadas en la zona del torrente de Sóller y Es Verger.

4 DISCUSIÓN

Un factor clave para el control de roedores es el cebo base, sin embargo, actualmente son escasos los estudios sobre cómo mejorar la aceptación y palatabilidad del cebo en roedores. En este estudio se han valorado diferentes productos para el diseño de un cebo óptimo para la especie *R. norvegicus*, encontrando gustos atractivos para formar el cebo, siendo efectivos en el laboratorio y en el campo.

Como se muestra en la prueba B las ratas no muestran preferencia por ninguna harina integral en particular, ya sea de avena o de trigo. Esto conlleva a que el resultado de mayor consumo en el cebo tres en la prueba A, fuera debido al aditivo (aceite) y no al tipo de harina integral. Aunque se encontrara un mayor consumo en el de avena que en el de trigo (**Grafica 2**), esta no fue seleccionada como cebo base. La razón de esto siendo que la harina de avena es menos económica y puede producir moho rápidamente (Brooks, 1962), siendo necesario utilizar productos para evitarlo y por tanto aumentando su valor económico.

Además, según los resultados en la prueba B, corroborados por el estudio de Meehan (1984), el aceite es un aditivo aceptado (**Grafica 3**). Los estudios han mostrado la aceptación por parte de los roedores de alimentos grasos y diferentes tipos de aceite como el de cacahuete, mostaza, coco, maíz y girasol (Clapperton, 2006). Sin embargo, en este estudio se seleccionó el aceite de girasol por ser el más económico entre todos.

Por otro lado, el uso de azúcar como aditivo ha sido favorecido en diferentes tipos de roedores (visto en este trabajo y en Clapperton, 2006). Según lo observado en la prueba C, no mostraron preferencia por un tipo de dulce y por ello fue seleccionado el azúcar blanco por ser de uso más cotidiano.

Según Smythe (1976) los agentes que se utilizan para mejorar la aceptación de un tóxico en un cebo son diversos, siendo dos de estos los propuestos en este estudio (aceite y azúcar). La preferencia por uno de ellos se concluyó en la prueba D donde las ratas se decantaron por el sabor dulce. Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Barnett (2001) donde ratas y ratones aceptaron como aditivo el azúcar, mientras que el sabor amargo del aceite o sabores salados fueron rechazados. El azúcar es un aditivo, y según lo propuesto por Smythe (1976), este puede actuar en la preservación del cebo, aumentando la permanencia en el campo.

Por tanto, según los resultados obtenidos aquí, el cebo óptimo para la especie *R. norvegicus* se compone por harina integral de trigo y azúcar blanco en forma de pasta.

Presentar el cebo de este modo en forma de paquete, facilita que la rata lo pueda transportar fácilmente. Este comportamiento se ha observado tanto en el ensayo de laboratorio como en el de campo. En el estudio por Brooks & Jackson (1973) este comportamiento fue asociado a que las ratas tienen tendencia a presentar acaparamiento, es decir, retiran el alimento a un lugar seguro para que en condiciones de escasez pueda ser consumido.

En cuanto al ensayo de campo, por un lado, hemos visto un mayor movimiento en el Torrent de Sóller, Son Ferriol y Lluçmajor. Esto se podría relacionar con la urbanización, la disponibilidad de alimento y la abundancia de agua que encontramos en las zonas mencionadas. Estos resultados también fueron sugeridos en el estudio de investigadores guiado por Mangombi (2016) según el cual una de las principales plagas, como es *R. norvegicus* tiene mayor habilidad de dispersión en zonas urbanas, favorecidas por la presencia de alimentos y agua. Por otro lado, Santa Eugènia, Es Verger y Biniali a pesar de ser zonas urbanizadas, presentaron ausencia de individuos, hecho que puede deberse al tiempo insuficiente de muestreo. Se conoce que algunas ratas requieren un tiempo largo para localizar el cebo, tal y como se documenta en el estudio por Bentley (1955) en que la toma máxima de cebo ocurrió después de nueve días. Además, en la zona de Biniali y Santa Eugènia, la presencia de depredadores como gatos domésticos podrían ayudar a disminuir la población de roedores (Duron *et al.*, 2016). En la isla de Mallorca, según López-Perea (2015), existen diferentes depredadores de ratas y ratones como *Tyto alba*, *Athene noctua*, *Buteo buteo* o *Otus scops*, por lo que estas especies podrían ser utilizadas como método de control biológico.

Como se ha comentado anteriormente, no en todas las zonas se pudo confirmar la presencia de roedores, ya que fue imposible tomar fotografías en el momento en que el cebo exterior a la trampa era consumido, debido al error de las cámaras Bushnell. Cabe decir que el propósito de utilizar trampas y cámaras era un objetivo secundario, ya que era un modo de confirmar la aceptación del cebo por la especie objetivo y no por otras especies.

Además, en las tres zonas con actividad de roedores se pudo observar consumo del cebo exterior antes que en el interior de la trampa. Como menciona Barnett (2001) esto

podría ser debido a la neofobia que presentan las ratas hacia un objeto desconocido, en este caso la trampa, en un lugar familiar.

Una vez que el cebo exterior era consumido, pasado un tiempo se producían alteraciones en el interior de la trampa. Pero debido a un posible error en la maquinaria, el cebo fue eliminado o mordido sin que se activara, como sucedió en el caso de Son Ferriol y en el torrente de Sóller. Sin embargo, las trampas fueron remplazadas obteniendo los mismos resultados, y por lo tanto se puede descartar un mal funcionamiento de estas. Según lo observado por Smythe (1976), las ratas son capaces de eliminar los cebos sin activar la trampa debido a su rápido aprendizaje.

En todo caso, es necesario mencionar que cabe la posibilidad de encontrar un cebo óptimo diferente al obtenido, aunque posiblemente sea más costoso. De todas maneras, una segunda fase de estudio sería necesaria para poder observar la efectividad de este cebo con un producto letal para roedores, y no solo como cebo atrayente.

Por lo tanto, en base a lo anteriormente expuesto se propone como futura alternativa este cebo óptimo conjuntamente con un producto inocuo para especies no objetivo pero letal para roedores. Un buen ejemplo podría ser el CaSO_4 hidratado o yeso, ya que puede ser un efectivo rodenticida para el control de plagas de roedores, siendo económico y menos perjudicial para el medio ambiente.

En el caso de proceder una segunda fase, las zonas ya utilizadas en este estudio podrán verse favorecidas por un acondicionamiento al cebo base. Aumentando el consumo del cebo juntamente con CaSO_4 hidratado, y asegurando una mayor efectividad del método. Debido al tratamiento pre-cebo en el que ya han consumido el cebo base, y no presentarán timidez al cebo envenenado, como ya observo Brooks (1962) en sus estudios.

5 CONCLUSIONES

- ✚ La especie *Rattus norvegicus* no presenta prioridad por los diferentes tipos de harina integral (trigo y avena).
- ✚ La especie sujeto tiene preferencia por un aditivo dulce respecto a un amargo como el aceite de girasol.
- ✚ Un cebo óptimo formado por harina integral de trigo como cebo base más un aditivo dulce como el azúcar resulta atractivo para *R. norvegicus*.
- ✚ La captura de roedores silvestres puede verse dificultada por hábitos comportamentales.
- ✚ El cebo base con harina integral de trigo y un aditivo dulce es atractivo para especies de roedores silvestres como *Mus musculus*.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Arcis, M., & Vicente, J. (1996). Nueva composición raticida y sus aplicaciones.
- Barnett, S. A. (2001). *The Story of Rats: Their Impact on Us, and Our Impact on Them*.
- Bentley, E. W., Bathard, A. H., & Hammond, L. E. (1955). Some observations on a rat population in a sewer. *Anaesthesia*, 43(3), 485-494.
- Brooks, J. E. (1962). Methods of sewer rat control.
- Brooks, J. E., & Jackson, W. B. (1973). A review of commensal rodents and their control. *Critical Reviews in Environmental Control*, 3(1-4), 405-453.
- Brown, P. R., Chambers, L. K., & Singleton, G. R. (2002). Pre-sowing control of house mice (*Mus domesticus*) using zinc phosphide: efficacy and potential non-target effects. *Wildlife Research*, 29(1), 27-37.
- Brunton, C. F. A., Macdonald, D. W., & Buckle, A. P. (1993). Behavioural resistance towards poison baits in brown rats, *Rattus norvegicus*. *Applied Animal Behaviour Science*, 38(2), 159-174.
- Bullard, R. W., & Shumake, S. A. (1977). Food-Base Flavor Additive Improves Bait Acceptance by Ricefield Rats Author (s): Roger W . Bullard and Stephen A . Shumake Source : The Journal of Wildlife Management , Vol . 41 , No . 2 (Apr . , 1977), pp . 290-297 Published by : Wiley on behalf of th. *The Journal of Wildlife Management*, 41(2), 290-297.
- Campbell, K. J., Beek, J., Eason, C. T., Glen, A. S., Godwin, J., Gould, F., ... Baxter, G. S. (2015). The next generation of rodent eradications: Innovative technologies and tools to improve species specificity and increase their feasibility on islands. *Biological Conservation*, 185, 47-58.
- Capizzi, D., Bertolino, S., & Mortelliti, A. (2014). Rating the rat: global patterns and research priorities in impacts and management of rodent pests. *Mammal Review*, 44(2), 148-162.
- Clapperton, B. K. (2006). A review of the current knowledge of rodent behaviour in relation to control devices. *Science for Conservation*, (263), 1-55.
- Cornwall, W. (2016). A Plague of Rats. *Science*, 352(6288), 912-915.
- Donlan, C. J., Howald, G. R., Tershy, B. R., & Croll, D. A. (2003). Evaluating alternative rodenticides for island conservation: roof rat eradication from the San Jorge Islands, Mexico. *Biological Conservation*, 114(1), 29-34.
- Duron, Q., Shiels, A. B., & Vidal, E. (2016). Control of invasive rats on islands and priorities for future action. *Conservation Biology*.
- Eason, C. T., Murphy, E. C., Wright, G. R. G., & Spurr, E. B. (2001). Assessment of risks of Brodifacoum to Non-target Birds and Mammals in New Zealand. *Ecotoxicology*, 11(1), 35-48.
- Fagerstone, K., Fall, M., Witmer, G., & Pitt, W. (2012). Rats! Foiled Again: A History of Rodent Control Methods Development at the National Wildlife Research Center.

- Fukami, T., Wardle, D. A., Bellingham, P. J., Mulder, C. P. H., Towns, D. R., Yeates, G. W., ... Williamson, W. M. (2006). Above- and below-ground impacts of introduced predators in seabird-dominated island ecosystems. *Ecology Letters*, *9*(12), 1299-1307.
- Garcia, J., Ervin, F., & Koelling, R. (1966). Learning with prolonged delay of reinforcement. *Psychonomic Science*, *(3)*, 121-122.
- Gras, L. M., Patergnani, M., & Farina, M. (2012). Poison-Based Commensal Rodent Control Strategies in Urban Ecosystems: Some Evidence Against Sewer-Baiting. *EcoHealth*, *9*(1), 75-79.
- Hadler, M. R., & Buckle, A. P. (1992). Forty five years of anticoagulant rodenticides—past, present and future trends. *Proceedings of the Fifteenth Vertebrate Pest Conference*, 149-155.
- Hadler, M. R., & Shadbolt, R. S. (1975). Novel 4-hydroxycoumarin anticoagulants active against resistant rats. *Nature*, *253*(5489), 275-277.
- Howald, G., Donlan, C. J., Galván, J. P., Russell, J. C., Parkes, J., Samaniego, A., ... Tershy, B. (2007). Invasive Rodent Eradication on Islands. *Conservation Biology*, *21*(5), 1258-1268.
- Howard, W. E., & Marsh, R. (1981). The rat: its biology and control. *University of Calif., Cooperative Extension*, 2896.
- López-Perea, J. J., Camarero, P. R., Molina-López, R. A., Parpal, L., Obón, E., Solá, J., & Mateo, R. (2015). Interspecific and geographical differences in anticoagulant rodenticide residues of predatory wildlife from the Mediterranean region of Spain. *Science of the Total Environment*, *511*, 259-267.
- Mangombi, J. B., Brouat, C., Loiseau, A., Banga, O., Leroy, E. M., Bourgarel, M., & Duplantier, J. M. (2016). Urban population genetics of the invasive black rats in Franceville, Gabon. *Journal of Zoology*, *299*(3), 183-190.
- Marsh, R. E. (1988). Bait additives as a means of improving acceptance by rodents. *EPPO Bulletin*, *18*(2), 195-202.
- McKinney, M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, *127*(3), 247-260.
- Meehan, A. . (1984). *Rats and mice. Their biology and control*. Rentokil Ltd.
- Meerburg, B. G., Brom, F. W., & Kijlstra, A. (2008). The ethics of rodent control. *Pest Management Science*, *64*(12), 1205-1211.
- Meisenbach, M. (1993). Extermination of rodents - using rodenticide comprising bait treated with gypsum.
- Meisenbach, M. (2005). Non-toxic composition for rodent control - contains calcium sulphate hemi:hydrate in alpha and beta form together with bait for time-controlled extermination.
- Ramey, C. A., Matschke, G. H., Hegdal, P. L., McCann, G. R., & Engeman, R. M. (2002). Safe efficacy of three strychnine alkaloid bait concentrations for hand-baiting control of plains pocket gophers.

- International Biodeterioration & Biodegradation*, 49(2), 139-143.
- R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Richter, C. P. (1950). TASTE AND SOLUBILITY OF TOXIC COMPOUNDS IN POISONING OF RATS AND MAN. *Journal of comparative and physiological psychology*, 43(5), 358.
- Russell, J. C., & Broome, K. G. (2016). Fifty years of rodent eradications in New Zealand: Another decade of advances. *New Zealand Journal of Ecology*, 40(2), 197-204.
- Scott, S., & Duncan, C. J. (2001). *Biology of plagues: evidence from historical populations*.
- Shea, K., & Chesson, P. (2002). Community ecology theory as a framework for biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution*, 17(4), 170-176. [https://doi.org/10.1016/s0169-5347\(02\)02495-3](https://doi.org/10.1016/s0169-5347(02)02495-3)
- Smythe, W. R. (1976). Criteria for Rodent Bait Selection. En *Proceedings Vertebrate Pest Conference*. California, USA. vol. 7, 211-214.
- Stenseth, N. C., Leirs, H., Skonhøft, A., Davis, S. A., Pech, R. P., Andreassen, H. P., ... Wan, X. (2003). Mice, rats, and people: The bio-economics of agricultural rodent pests. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1(7), 367-375.
- Towns, D. R., Atkinson, I. A. E., & Daugherty, C. H. (2006). Have the harmful effects of introduced rats on islands been exaggerated? *Biological Invasions*, 8(4), 863-891.
- Verbiscar, A. J., Banigan, T. F., Marsh, R. E., & Tunberg, A. D. (1989). Red Squill Modified by *Lactobacillus acidophilus* for Rodenticide Use. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37(4), 1005-1009.