Biblioteca Digital
F C E N - U B A

BIBLIOTECA CENTRAL LUIS F LELOIR
BIBLIOTECA CENTRAL LELOIR
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES UBA

Tesis de Posgrado

Caracterización de las comunidades de pequeños roedores en granjas avícolas del partido de Exaltación de la Cruz (provincia de Buenos Aires)

Miño, Mariela Haydée

2003

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:
Miño, Mariela Haydée. (2003). Caracterización de las comunidades de pequeños roedores en granjas avícolas del partido de Exaltación de la Cruz (provincia de Buenos Aires). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_3540_Mino.pdf

Cita tipo Chicago:
Miño, Mariela Haydée. "Caracterización de las comunidades de pequeños roedores en granjas avícolas del partido de Exaltación de la Cruz (provincia de Buenos Aires)". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 2003.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_3540_Mino.pdf

EXACTAS UBA
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

UBA
Universidad de Buenos Aires

Dirección: Biblioteca Central Dr. Luis F. Leloir, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Intendente Güiraldes 2160 - C1428EGA - Tel. (++54 +11) 4789-9293

Contacto: digital@bl.fcen.uba.ar

Caracterización de las comunidades de pequeños roedores en granjas avícolas del partido de Exaltación de la Cruz (Provincia de Buenos Aires)

Autora: Mariela Haydée Miño

Directora: Dra. María Busch

Fecha de defensa:
Marzo de 2003

Tesis Doctoral
llevada a cabo en la
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad de Buenos Aires

A Daniel y Pablo,
lo más maravilloso
que me dio la vida.

AGRADECIMIENTOS

A María Busch porque me acompañó como una verdadera maestra, directora y amiga.

A mis compañeros de laboratorio porque cada uno individualmente me brindó su valiosa y desinteresada ayuda en algún momento de mi trabajo.

A mi hermano Gerardo por sus ideas en el diseño de esta presentación.

A David porque me acompañó en todo momento.

A mis padres porque me dieron la oportunidad de estudiar.

A Fernando Kravetz porque me permitió integrar el laboratorio de Ecología de Poblaciones.

A los propietarios y encargados de las granjas porque brindaron sus instalaciones para que este trabajo fuera posible.

A Quique porque me ayudó en el trabajo de campo con gran responsabilidad.

A los trabajadores de las granjas visitadas y pobladores de Diego Gaynor por su amabilidad.

A Daniel Nuñez y la Municipalidad de Exaltación de la Cruz porque confían en la importancia de los trabajos ecológicos en los roedores presentes en las granjas.

A la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires por haberme otorgado la beca que me permitió llevar a cabo mi Tesis Doctoral.

A la UBA, al CONICET y a la Fundación Roemmers por haber financiado este trabajo.

A todos los que se interesen por este trabajo.

ÍNDICE

6 Resumen

8 Summary

10 Capítulo I: Introducción

11 1. Antecedentes generales
12 2. Antecedentes en el partido de Exaltación de la Cruz
13 3. Esta Tesis

15 Capítulo II: Área de estudio

16 1. Ubicación geográfica, rasgos fisiográficos principales y tipo de suelo
17 2. Condiciones climáticas
17 3. Paisaje y vegetación
18 4. Fauna característica
18 5. Uso actual de la tierra
19 6. Descripción de la cría de pollos
20 7. Descripción del sistema estudiado

25 Capítulo III: Materiales y métodos

26 1. Recorrida preliminar
26 2. Los muestreos
26 3. Elección de los hábitats
28 4. Elección del tipo de trampa
28 5. Ubicación de las trampas
30 6. Muestreo preliminar
30 7. Análisis estadísticos

31 Capítulo IV: Diversidad y abundancia

32 1. Introducción
32 1.1. Antecedentes generales
34 1.2. Antecedentes en agroecosistemas pampeanos
35 1.3. Las granjas avícolas
36 1.4. Objetivo general
37 1.5. Hipótesis
37 1.6. Predicciones
37 1.7. Objetivos de trabajo

38 2. Materiales y métodos
38 2.1. Trabajo de campo
39 2.2. Análisis de datos
39 2.2.1. Estimación de la abundancia
39 - En cada hábitat
39 - En la granja

40 2.2.2. Cálculos de diversidad y equitatividad
40 - En cada hábitat
40 - En la granja
41 2.2.3. Comparaciones de abundancia
41 - Entre galpones, perímetros y interfases
41 - Entre galpones y perímetros
42 2.2.4. Variaciones de abundancia en el tiempo

42 3. Resultados
42 3.1. Riqueza, equitatividad y diversidad específicas
42 - En las granjas
42 - En los hábitats
44 3.2. Abundancias
45 3.3. Comparaciones de abundancia
45 - Entre galpones, perímetros e interfases, para las granjas que presentaron los 3 hábitats (N=16 granjas)
46 - Entre galpones y perímetros, para todas las granjas (N=30 granjas)
47 3.4. Variaciones de abundancia en el tiempo
47 - En las granjas
48 - En los hábitats

52 4. Discusión

56 Capítulo V: Aspectos reproductivos y estructura poblacional

57 1. Introducción
57 1.1. Antecedentes generales
60 1.2. Características reproductivas de los roedores estudiados
62 1.3. Objetivo general
62 1.4. Hipótesis
62 1.5. Predicciones
62 1.6. Objetivos de trabajo

63 2. Materiales y métodos
63 2.1. Recolección de las muestras
63 2.2. Trabajo en laboratorio
64 2.3. Procesamiento de los cristalinos
64 2.4. Estimación de la edad
64 2.4.1. *Akodon azarae*
65 2.4.2. *Calomys laucha*
66 2.4.3. *Mus musculus*
67 2.4.4. *Oligoryzomys flavescens*
67 2.4.5. *Calomys musculinus*
67 2.5. Proporción de sexos
68 2.6. Estructura de edades
68 2.7. Estimación de la condición reproductiva
68 2.7.1. En las hembras
69 2.7.2. En los machos
69 2.8. Actividad reproductiva

70 3. Resultados
70 3.1. *Akodon azarae*
70 3.1.1. Proporción de sexos
70 - Según las épocas
70 - Según la edad
71 - Según el hábitat
71 3.1.2. Estructura de edades
71 - Según las épocas
72 - Según el hábitat
72 3.1.3. Actividad reproductiva
73 - Duración de la estación reproductiva
74 - Actividad reproductiva según los hábitats
77 3.2. *Calomys laucha*
77 3.2.1. Proporción de sexos
77 - Según las épocas
77 - Según la edad
77 - Según el hábitat
78 3.2.2. Estructura de edades
78 - Según las épocas
79 - Según el hábitat
79 3.2.3. Actividad reproductiva
80 - Duración de la estación reproductiva
81 - Actividad reproductiva según los hábitats
83 3.3. *Mus musculus*
83 3.3.1. Proporción de sexos
83 - Según las épocas
84 - Según la edad
84 - Según el hábitat
85 3.3.2. Estructura de edades
85 - Según las épocas
85 - Según el hábitat
86 3.3.3. Actividad reproductiva
86 - Duración de la estación reproductiva
87 - Actividad reproductiva según los hábitats
89 3.4. *Oligoryzomys flavescens*
90 3.4.1. Actividad reproductiva
91 3.5. *Calomys musculinus*
92 3.5.1. Actividad reproductiva

93 4. Discusión

101 Capítulo VI: Conclusiones

104 1. Algunas recomendaciones

105 2. Propuestas para trabajos futuros

106 Bibliografía

Resumen

En esta Tesis se caracterizan las comunidades de pequeños roedores presentes en granjas avícolas del partido de Exaltación de la Cruz (Provincia de Buenos Aires) en cuanto a su riqueza, diversidad específica y abundancias relativas. También se analizan algunas variables reproductivas de las especies presentes con el objetivo final de reunir información que sirva para aplicar al control de roedores.

Para eso se realizaron muestreos estacionales con trampas de captura múltiple continua durante dos años en 30 granjas. En cada granja se distinguieron 3 hábitats: galpones, perímetros e interfases (perímetros vecinos a los galpones). Las trampas se ubicaron cada 20m rodeando 3 galpones, alrededor del perímetro y a lo largo de las interfases de cada granja. Los animales capturados fueron determinados específicamente, medidos, sexados y caracterizados según su estado reproductivo. También se extrajeron los cristalinos para determinar las edades a partir de su peso seco y los úteros para registrar la presencia y número de embriones.

Tanto en las granjas como en cada uno de los hábitats se capturaron 5 especies: *Calomys laucha*, *Mus musculus*, *Akodon azarae*, *Oligoryzomys flavescens* y *Calomys musculinus* (según el orden decreciente de sus abundancias en las granjas). La diversidad resultó significativamente mayor en los galpones que en los perímetros debido a que en los primeros hubo 2 especies dominantes (*C. laucha* y *M. musculus*), mientras que en los perímetros sólo dominó *A. azarae*. Todas las especies silvestres fueron más abundantes en las interfases que en los demás hábitats, pero sólo *A. azarae* resultó significativamente más abundante en las interfases y los perímetros que en los galpones. *M. musculus*, por su parte, fue más abundante en los galpones que en los perímetros. La abundancia de las especies silvestres fue significativamente mayor en las épocas frías que en las cálidas tanto en las granjas como en cada uno de los hábitats, en cambio, *M. musculus* no mostró diferencias significativas entre épocas en ningún caso. Esta especie, que se estaría reproduciendo en los galpones, presentó un período reproductivo prácticamente continuo a lo largo del año. *C. laucha*, en cambio, también se estaría reproduciendo en los galpones, pero interrumpiría su reproducción durante el invierno, mientras que *A. azarae* se reproduciría en los perímetros y prolongaría su temporada reproductiva con respecto a la que muestra en el sistema campo-borde.

En base a los resultados obtenidos se concluye que las granjas avícolas son colonizadas por roedores silvestres que ingresan del sistema campo-borde a través del perímetro y las interfases, mientras que *M. musculus* ingresaría además junto con el alimento balanceado directamente a los galpones. Su ingreso directo y los recursos y condiciones favorables de los galpones, facilitarían su establecimiento en ellos. Sin embargo, la aplicación de rodenticidas determinaría que desarrolle en este hábitat una estrategia ruderal. *A. azarae*, por su parte, se establecería en los perímetros por ser un hábitat menos disturbado,

pero prolongaría su período reproductivo como consecuencia de alimentarse en los galpones durante el invierno. La reproducción prolongada en *M. musculus* y la aplicación de rodenticidas serían las causas de que esta especie no muestre variaciones significativas de abundancia entre épocas, mientras que las especies silvestres en conjunto muestran un hiato invernal en su período reproductivo que causaría la disminución de sus abundancias en las épocas cálidas.

Finalmente, los resultados de esta Tesis permiten hacer algunas recomendaciones para el control de roedores en las granjas: mantener en el perímetro y todo el predio una cobertura vegetal baja, evitar la presencia de interfases y aplicar rodenticidas en los galpones en forma periódica.

SUMMARY

The goal of this Thesis is to characterize the small rodent communities present in poultry farms in Exaltación de la Cruz, Buenos Aires Province, as to species richness, diversity and relative abundances. Some reproductive variables of the species present there, are also analized in this work with the final aim of collecting information useful to apply to rodent control.

Seasonal samples using pitfall traps have been taken for two years on 30 farms. Three habitats were considered on each farm: poultry sheds, perimeters and interphases (perimetres close to the sheds). Traps were placed every 20m. surrounding 3 sheds, around the perimetres and along the interphases of every farm.The animals captured were specifically identified, measured, sexed and characterized according to their reproductive condition. Lenses and uterus were removed in order to estimate their age through dry weight, and to register the presence and number of embryons.

Five species were captured on the farms and on each habitat: *Calomys laucha*, *Mus musculus*, *Akodon azarae*, *Oligoryzomys flavescens* and *Calomys musculinus* (according to their decreasing order of abundances on the farms). Diversity was significantly greater in the sheds than in the perimetres due to the fact that there were 2 dominating species *C. laucha* and *M. musculus*, while in the perimeters *A. azarae* was the only dominating one. All the wild species were more abundant in the interphases than in the other habitats, but only *A. azarae* was significantly more abundant in interphases and in perimeters than in sheds. On the other hand, *M. musculus* was more abundant in the sheds than in the perimeters. Abundance of the wild species was significantly greater in cold seasons than in warm seasons on the farms as well as on each habitat, whereas no significant differences between cold and warm seasons were shown as regards *M. musculus*. This species, which would be breeding in the sheds, showed a continous reproductive period throughout the year. On the other hand, *C. laucha* which would be also breeding in the sheds, would interrupt its reproductive period in winter, whereas *A. azarae* would breed in the perimeters and would carry on its reproductive period in reference to what it shows in the field-border system.

According to these results the conclutions are that poultry farms are colonized by wild rodents that enter from the field-border system through the perimeter and the interphases, while *M. musculus* would also go in together with balanced food, directly into the sheds. Its direct entrance and the favourable resources and conditions of the sheds favour its settlement there.Nevertheless, the use of rodenticides would make this species develop a ruderal strategy in this habitat. *A. azarae* would settle in the perimeters as it is a less disturbed habitat, but it would carry its reproductive period longer as a consequence of being fed in the sheds in winter. The long reproductive period and the use of rodenticides would make *M.*

musculus not show significant varations of abundance between cold and warm seasons,while the wild species in general show an interruption of the reproductive period which would cause the decrease of its abundance in warm seasons.

Finally, the results of this Thesis allow some recommendations for rodent control on the farms: keep vegetal cover low in the perimeters as well as in all the site, avoid the presence of interphases and use rodenticides in the sheds periodically.

Capítulo I:
Introducción

1. Antecedentes generales

La actividad del hombre en los agroecosistemas ha generado una serie de transformaciones en el medio ambiente que ha afectado de distinta manera al resto de los seres vivos. Mientras que varios grupos de especies se han visto reducidos en sus números o se han extinguido otros, como los roedores, se beneficiaron por la aparición de nuevos hábitats, el aumento en la disponibilidad de alimento y/o la ruptura de barreras naturales para la dispersión de especies (Crespo 1966, Vitousek *et al.* 1997). Esta última alteración, por ejemplo, favoreció la gran expansión a nivel mundial de la laucha doméstica (*Mus musculus*) y las ratas (*Rattus rattus* y *Rattus norvergicus*).

Las intervenciones humanas en general permitieron un aumento en las densidades de algunas especies que en muchos casos alcanzan niveles de plaga. Los roedores en particular, cuando alcanzan esos niveles causan grandes daños a nivel económico y sanitario afectando cultivos, alimentos almacenados, infraestructuras edilicias y participando en la transmisión de enfermedades (Barnes 1975, Elias 1988, Elias y Valencia 1984, Pratt *et al.* 1979).

Desde que comenzaron las actividades agrícolas (en el período neolítico), el hombre ha intentado controlar a los roedores (Bonhomme y Thaler 1988), para lo cual ha puesto a prueba distintos métodos. No es de extrañar que los más exitosos hayan sido los basados en algún conocimiento acerca de la biología del taxón, sin descuidar su interacción con otras especies y con el ambiente. Brown (1960) remarca que para que un control tenga éxito hay que tener siempre presente que son las poblaciones las que se deben reducir, no bastando con eliminar individuos aislados.

Por otra parte, el control de roedores generalmente resulta efectivo sólo cuando se lleva a cabo en un área comparativamente grande (a gran escala) debido a la habilidad de los roedores de migrar rápidamente hacia áreas no tratadas (Richards y Buckle 1987). En este sentido, es importante tener mayores conocimientos acerca los patrones de movimiento del taxón a controlar (Chambers *et al* 2000) y de las características del medio que rodea al sitio de estudio (articulación entre los distintos elementos del paisaje, disponibilidad de recursos, disturbios, etc.).

Un sistema multicomponente (formado por hábitats diferentes como campos, viviendas, galpones, etc.) ofrece a los animales gran variedad de sitios donde alimentarse o anidar y poder escapar de los controles. Así, si se desea controlar uno de los componentes, debe tenerse en cuenta a los otros a fin de evitar posibles inmigraciones luego del control (Richards and Buckle 1987).

En el partido de Exaltación de la Cruz (Provincia de Buenos Aires), la principal actividad humana desde hace más de un siglo ha sido la agrícola-ganadera. Sin embargo, desde hace 2 décadas ha crecido también la producción de pollos. Esto ocasionó la aparición de un nuevo componente en el paisaje pampeano: las granjas avícolas. Desde su aparición, este nuevo ambiente comenzó a ser colonizado por roedores que llegaron a alcanzar, a pesar de la periódica aplicación de rodenticidas, niveles de abundancia que preocuparon a los productores.

Los controles a través de rodenticidas suelen tener un éxito variable debido a que la dosis letal no es la misma para todas las especies (Kravetz 1986), a que ciertas estrategias poblacionales o relaciones intra e interespecíficas pueden compensar el efecto de los rodenticidas (Kravetz *et al.* 1987) y/o a que no se tienen en cuenta las posibles vías de reinvasión.

2. Antecedentes en el partido de Exaltación de la Cruz

En el sistema campo-borde del partido de Exaltación de la Cruz se han realizado numerosos trabajos sobre las comunidades de roedores (Bellocq y Kravetz 1990, Bilenca *et al.* 1992, Bilenca y Kravetz 1995, Bonaventura *et al.* 1992, Busch *et al.* 1984, Busch y Kravetz 1992a y b, Cittadino *et al.* 1994, Zuleta *et al.* 1988, Zuleta y Bilenca 1992). Las especies más capturadas en dichos ambientes fueron *Akodon azarae*, *Calomys laucha*, *Calomys musculinus* y *Oligoryzomys flavescens*, mientras que *M. musculus* fue capturada en baja frecuencia.

Estas especies han sido consideradas plagas de la agricultura (Bilenca y Kravetz 1995, Pratt *et al.* 1979, Quintanilla *et al.* 1973) y están involucradas en la transmisión de diversas zoonosis como la Fiebre Hemorrágica Argentina (*C. musculinus*), el Síndrome Pulmonar por Hantavirus (*O. flavescens*) o la Coriomeningitis Linfocitaria (*M. musculus*).

Sin embargo, se desconocían las especies presentes en las granjas avícolas. Así, el primer paso apuntando al control de roedores y a la prevención de enfermedades transmitidas por ellos consistía en caracterizar dichas comunidades en cuanto a cuántas y cuáles son las especies que las componen, en qué proporción relativa se encuentran, cuándo las densidades son mayores o menores y cuándo y dónde se reproduce cada especie.

En 1997 comenzaron los primeros relevamientos en las granjas, que dieron lugar al inicio de dos trabajos. Por un lado la presente Tesis, que apunta a estudiar qué especies de pequeños roedores están presentes, cómo se distribuyen entre los distintos hábitats, cómo varían sus abundancias a lo largo del año, cómo son los ciclos reproductivos de las distintas especies presentes, dónde se reproducen y cómo se estructuran las edades en sus poblaciones.

El otro fue un trabajo a corto plazo, cuyo objetivo consistió en comparar el nivel de infestación por roedores en 2 épocas y asociarlo con variables del hábitat. En este estudio se registró mayor actividad de roedores en invierno que en verano. También se observó una asociación positiva entre el nivel de infestación por roedores y las coberturas vegetales elevadas, así como con el porcentaje de alambrado perimetral enmalezado (Gomez Vilafañe 1999, Gomez Villafañe *et al.* 2001).

A partir de los resultados de este último trabajo surgió la idea de realizar un experimento para evaluar el efecto del ordenamiento del hábitat (en cuanto a la eliminación de la vegetación perimetral y el mantenimiento de la cobertura vegetal por debajo de 20cm) sobre la abundancia de roedores en dos granjas. Contrariamente a lo esperado a partir del trabajo que lo inspiró, se observó que el desmalezamiento sólo permitió disminuir la abundancia de roedores en los perímetros de las granjas, pero no en los galpones de cría de pollos (Miñarro 2002). Sin embargo, este trabajo se realizó a una escala espacial reducida (sólo 2 granjas).

Independientemente, en base a algunos resultados de esta Tesis que se iban analizando, surgió un interés particular en comparar las comunidades de roedores de las granjas con las del sistema campo-borde y determinar si ocurren desplazamientos de roedores entre ambos ambientes. Esto originó dos nuevos trabajos. Por un lado, a través de la compararación de la diversidad específica se llegó a proponer que, en invierno, se producirían desplazamientos de roedores desde los campos hacia los galpones de cría de pollos, debido a que éstos ofrecen en esa época mejores condiciones para la subsistencia de los roedores que los perímetros y éstos mejores que los campos. Se concluyó además que ambas comunidades se estructuran y organizan en forma distinta (Miño *et al.* 2001).

El otro trabajo consistió en evaluar si se producían desplazamientos de animales marcados entre los galpones de pollos, el perímetro y los campos lindantes a dos granjas. Contrariamente a lo esperado a partir de los resultados de Miño *et al.* (2001), se detectó un único movimiento (del perímetro a un galpón de cría). Sin embargo, se recapturaron muy pocos animales marcados como para poder concluir acerca de los desplazamientos (Valenzuela 2001).

3. Esta Tesis

A partir de los antecedentes mencionados, en la presente Tesis se pretende caracterizar las comunidades de pequeños roedores presentes en granjas avícolas destinadas a la producción de pollos parrilleros en el partido de Exaltación de la Cruz (Provincia de Buenos Aires). El objetivo final consiste en reunir información teórica y empírica que pueda servir para aplicar al control de roedores y prevenir la transmisión de enfermedades en dicho sistema.

Para ello, en la Tesis se desarrollan 2 capítulos: el primero trata temas que describen a los roedores de las granjas en cuanto al número de especies presentes, cuáles son, en qué proporción relativa se encuentran, con qué abundancia y si su abundancia varía en las distintas estaciones del año. El segundo se refiere a algunos aspectos poblacionales (duración de la temporada reproductiva, edad de maduración, estructura etaria).

En la discusión de los temas tratados en cada capítulo se hará referencia a los antecedentes existentes (a través de bibliografía) de las comunidades de pequeños roedores presentes en el sistema campo-borde de la misma zona de estudio.

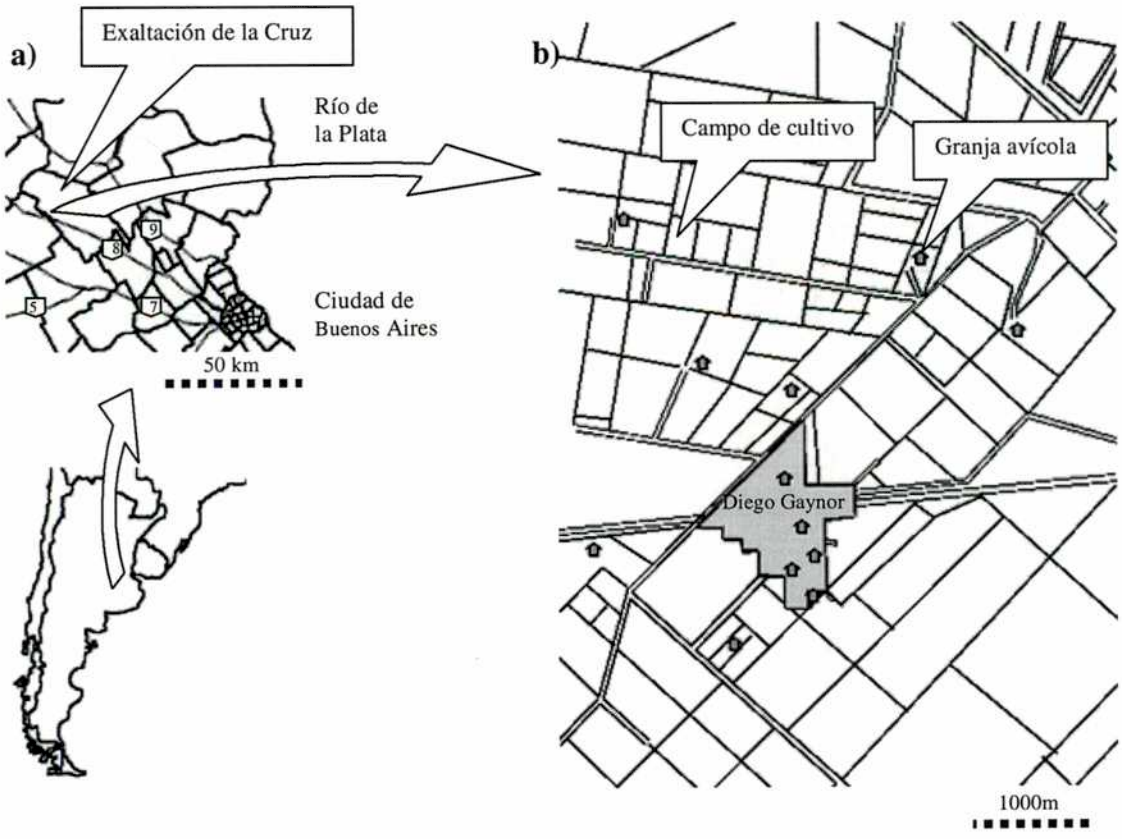
Capítulo II:

Área de estudio

1. Ubicación geográfica, rasgos fisiográficos principales y tipo de suelo

Este trabajo se llevó a cabo en el partido de Exaltación de la Cruz, situado a los 34° de latitud S y 59° de longitud O. Está emplazado dentro de la Provincia de Buenos Aires, en la República Argentina (Figura 1a). La superficie del partido es de 662 km² y está dividida en 7 secciones, de las cuales 5 (aproximadamente dos tercios de la superficie total del partido), fueron incluidas en este trabajo: Gobernador Andonaegui, La Lata - La Loma, Capilla del Señor, Diego Gaynor y el norte de Arroyo de la Cruz. La zona de estudio corresponde al sector norte de Exaltación de la Cruz, que linda con los partidos de San Andrés de Giles (al oeste), San Antonio de Areco, Zárate (al norte), y Campana (al este). El límite sur de la zona estudiada lo constituyen las secciones Los Cardales - Pavón, sur de Arroyo de la Cruz y Parada Robles.

FIGURA 1: a) Ubicación del partido de Exaltación de la Cruz, provincia de Buenos Aires, Argentina. b) Ampliación de un sector del área de estudio donde se muestran algunas de las granjas avícolas emplazadas entre los campos de cultivo y en una de las zonas urbanizadas.



El área, situada al este del río Salado, pertenece a la subregión pampa ondulada. La posición topográfica es relativamente elevada (25msnm) y la textura de los suelos, con proporciones elevadas de arena, arcilla y humus, permiten un buen drenaje (León *et al* 1984). Formados a partir del limo transportado por los vientos desde la cordillera (loess), de reacción neutra a ligeramente ácida, los suelos resultan de excelente calidad (Nuñez 1997). El tipo más frecuente es el brunizem, pero existen distintos tipos según las condiciones locales (INTA 1972).

2. Condiciones climáticas

Debido a la latitud y cercanía del río Paraná, el clima de la zona resulta templado y húmedo, con cuatro estaciones bien diferenciadas. De acuerdo con el mapa térmico del país, las isotermas que pasan por esta zona son paralelas a las líneas de latitud. La temperatura media anual oscila entre 13 y 17°C y las precipitaciones caen durante todo el año, promediando los 1000mm (Cabrera y Willink 1980).

3. Paisaje y vegetación

Hasta el siglo XIX, la fisionomía que caracterizó al área de estudio era la de un pastizal exento de árboles. Al irse poblando, el uso de la tierra fue modificando el tipo de vegetación de un pastizal de "pastos fuertes" caracterizado por los géneros *Stipa*, *Paspalum* y *Piptochaetium*, en otro de "pastos finos" representado por *Lolium*, *Avena* y *Poa*, entre otras, o "cardales" caracterizados por *Cynara* sp., *Sylibum* sp. y *Carduus* sp. (León *et al* 1984).

En los últimos cien años, las intensas actividades agropecuarias han modificado el paisaje, que actualmente se encuentra caracterizado por una matriz de campos de cultivo o de pastoreo que representan entre el 70 y el 95% de la superficie (Crespo *et al* 1970, Mills *et al* 1991). Otros elementos que aparecen en este paisaje son los arroyos, caminos, vías férreas y poblados. Los arroyos y caminos se encuentran generalmente bordeados de árboles. Las zonas urbanizadas también están forestadas.

En la actualidad hay 17.072 pobladores en todo el partido, resultando una densidad de 25,8 habitantes/km^2, según el Censo de 2001. El área estudiada en particular incluyó las siguientes zonas pobladas:

- Capilla del Señor, cabecera del partido,
- Diego Gaynor, poblado fundado alrededor de una estación de ferrocarril actualmente en desuso,
- La Lata - La Loma, antiguo apeadero del ferrocarril y actualmente el principal agrupamiento de granjas avícolas del partido, y

Puerto Chenaut (perteneciente a la sección Gobernador Andonaegui), otro antiguo apeadero del ferrocarril alrededor del cual se construyeron granjas avícolas.

4. Fauna característica

Las actividades humanas han afectado a la fauna original de esta región de diferente manera. Los carnívoros como el zorrino (*Conepatus chinga*), zorro gris (*Dusicyon gymnocercus*), hurón (*Galictis cuja*), gato montés (*Felis geoffroyi*) y gato de los pajonales (*Lynchailurus pajeros*) han sido negativamente afectados. En cambio los omnívoros como los roedores, de menor tamaño y mayor capacidad de recuperación, no sólo han podido sobrevivir sino que, considerados en conjunto, han sido favorecidos. Según Crespo (1966), ésto se debió a que los cambios ocurridos disminuyeron el número de predadores naturales, crearon nuevos hábitats y aumentaron la disponibilidad de alimento.

Entre los mamíferos que actualmente se pueden encontrar en la zona figuran la comadreja colorada (*Lutreolina crassicaudata*), la comadreja overa (*Didelphis azarae*), el peludo (*Chaetophractus villosus*) y la mulita (*Dasypus hibridus*). Los carnívoros se encuentran en muy bajo número. Sin embargo, ocasionalmente aparecen hurones y zorros, algunos de ellos por liberación desde criaderos. Es posible también observar a la liebre europea (*Lepus europaeus*), al cuis (*Cavia aperea*), a la nutria (*Myocastor coypus*), murciélagos pertenecientes a distintas familias, y ratas y ratones nativos e introducidos.

Las especies de ratones nativos presentes en la zona son *Akodon azarae*, *Calomys laucha*, *Calomys musculinus*, *Oligoryzomys flavescens* y *Oxymycterus rufus*. La laucha doméstica (*Mus musculus*) y las ratas (*Rattus rattus* y *Rattus norvergicus*) han sido especies introducidas que se vieron favorecidas por las actividades humanas.

Entre las aves predadoras que se observan se destacan las lechuzas (*Asio flammeus*, *Tyto alba* y *Athene cunicularia*), el chimango (*Milvago chimango*), el carancho (*Polyborus plancus*) y el halcón blanco (*Elanus leucurus*).

Con respecto a otros grupos, se puede mencionar al lagarto iguanoide (*Liolaemus* sp) y distintas especies de ranas y sapos.

5. Uso actual de la tierra

El buen drenaje y los suelos negros de la región hacen posible las labores agrícolas. Actualmente se cultivan con éxito maíz, soja, girasol, sorgo, trigo y lino.

La cría de ganado vacuno y porcino, junto con la creciente producción de pollos, constituyen actividades muy frecuentes en la zona. La cría de cerdos se encuentra principalmente concentrada en el cuarto sudoeste del partido, principalmente en la sección Parada Robles. La cría de vacas y pollos, en cambio, está más homogéneamente distribuida.

6. Descripción de la cría de pollos

La cría de aves comenzó a explotarse en forma intensiva en nuestro país en la década de 1960. Esta actividad abarca la cría de "ponedoras" para la comercialización de los huevos y la de "pollos parrilleros" para el consumo de carne. En la década de 1980 el consumo de carne de pollos por habitante y por año era de aproximadamente 12 kg. Actualmente subió a 25 kg. Este crecimiento ha ido acompañado de una disminución en la duración del tiempo de crecimiento y "engorde" de los pollos. En la década de 1950 un pollo tardaba 5 meses en alcanzar la edad de faena con 2 kg de peso; actualmente logra 3 kg en unos 50 días. La eficiencia también creció de tal manera que se consigue actualmente un kilogramo de peso de carne de pollo aportándole 2 kg de alimento, mientras que hace 50 años ese kilo se lograba con 5 kg de alimento (Tabla 1) (De Franceschi 1999, De Franceschi y Barrios 1999).

Tabla 1: Evolución de la avicultura en la Argentina desde la década de 1950 hasta el año 1990. Datos extraídos del trabajo de De Franceschi (1999b).

Parámetro de comparación	Década 1950-1960	Década 1960-1970	Década 1970-1980	Década 1980-1990	Año 1990
Sistema de explotación	Extensivo	Semi extensivo / intensivo	Intensivo		
Genética	Razas puras y sus cruzamientos		Líneas híbridas		
Alimentación	Mezclas de harinas y suplementos de granos		Alimentos balanceados		
Eficiencia:					
• Postura: huevos/año	90	150	220	330	315
• Carne: kg de alimento / kg de peso de pollo	5	2,8	2,5	2,3	2,05
Tiempo para alcanzar la edad de faena	4-5 meses	70 días	60-50 días	55 días	50 días
Comercialización	Pollo entero-vivo	Pollo eviscerado			Pollo trozado e industrializado
Consumo por habitante/año:					
• Huevos (unidades)	130	120	130	145	135
• Carne (kilogramos)	2,6	5,2	9	12	22

En el partido de Exaltación de la Cruz, el crecimiento de la avicultura comenzó a hacerse evidente desde hace unos 15 años (Gomez Villafañe *et al* 2001) con la rápida aparición en el paisaje de galpones de cría de pollos. En la actualidad, entre la cría de ponedoras y la de pollos parrilleros, suman 128 las granjas avícolas registradas en dicho partido.

En este trabajo se estudiaron granjas dedicadas a la cría de pollos parrilleros. Dichas granjas pertenecen a productores particulares que trabajan integrados a empresas, las cuales comercializan los pollos en el mercado mayorista. Estas empresas entregan pollos recién nacidos a los productores, junto con el alimento balanceado, las vacunas y rodenticida. Los productores ofrecen las instalaciones y los cuidados necesarios para la crianza de los pollos.

Terminado el período de cría, que oscila entre 45 y 60 días según el criterio de cada empresa, se retiran los pollos que alcanzaron un tamaño corporal mínimo adecuado para su comercialización. Los pollos que no lograron dicho tamaño no son comercializados y generalmente se utilizan para consumo personal o sirven de alimento a algunos animales presentes en las mismas granjas (perros, chanchos). El guano, junto con la "cama" o piso sobre el cual se crían los pollos, se utiliza como abono en los campos de cultivo.

Luego de un período de tiempo variable, pero nunca antes de los 10 días de retirados los pollos, vuelve a reiniciarse el ciclo de cría con la entrega de nuevos animales recién nacidos. De esta manera, en la cría de pollos parrilleros puede reconocerse un ciclo con dos fases: una de "cría" y otra de "descanso".

El momento en que se coloca el rodenticida es variable. La empresa, a través de un supervisor que visita las granjas una vez por semana, les sugiere a los productores cuándo deben aplicarlo. Sin embargo, su aplicación no suele ser controlada y queda librada al criterio de los productores o encargados de las granjas. Algunas veces ni siquiera lo colocan. Las granjas que aplican el rodenticida durante el período de descanso lo suelen situar junto con alimento balanceado sobre platos en el piso de los galpones, pero si se aplica permanentemente o sólo durante el período de cría, su ubicación será alejada de los pollos, en el cielorraso de los galpones.

7. Descripción del sistema estudiado

Las granjas avícolas son establecimientos delimitados por alambrados, que pueden incluir desde un único galpón de cría hasta doce (número máximo observado en el área estudiada), la vivienda del dueño o del encargado de la granja y otras construcciones menores como garage, galpones de herramientas y maquinaria agrícola, y a veces, algún corral o chiquero para consumo propio. El establecimiento puede lindar con campos de cultivo o de pastoreo, algún camino, las vías del ferrocarril, o bien, si se sitúa en una zona urbana, rodeado de viviendas (Figuras 1b y 2).

Figura 2: Vista general de una granja en zona rural.

Los galpones de pollos son estructuras rectangulares, de perímetro y superficie variables, aunque predomina un tamaño de 100 x 10m. Su piso es de tierra y durante el período de cría se encuentra cubierto por una «cama» formada por cáscara de girasol o de arroz. Dicha «cama» está destinada a absorber el producto de las excretas de los pollos y a aislarlos de la humedad y frío del suelo. Las paredes pueden ser de ladrillo o chapa en su parte basal hasta una altura de 20-50cm, continuándose luego hasta el techo con un entramado de alambre. Para proteger a los pollos del frío, ese alambre se cierra en la parte externa del galpón con cortinas de lona (Figura 3). El techo es de chapa galvanizada dispuesta a dos aguas. Generalmente hay un cielorraso de telgopor o de lona para aislar a los pollos de la temperatura exterior y una línea de árboles plantados rodeando cada galpón para mantenerlo sombreado (Figura 4). Dentro de una misma granja, los galpones suelen tener distinta antigüedad, lo cual hace que su estado de mantenimiento sea diferente.

En la parte interna del galpón se encuentran numerosas tolvas con alimento balanceado, bebederos y ventiladores (a veces también un sistema de riego) que refresca a los pollos cuando la temperatura es elevada. Todos estos sistemas pueden ser manuales o automáticos dependiendo de la granja. A veces incluso dentro de una misma granja, los distintos galpones pueden estar o no automatizados. En los períodos de descanso, las tolvas permanecen vacías y se elevan hasta el cielorraso para permitir la limpieza del galpón. La acumulación del alimento balanceado y del agua generalmente se realiza fuera del galpón, en silos o tanques elevados aproximadamente 1m del suelo (Figuras 5 y 6).

Figura 3: Vista lateral de uno de los galpones, donde se aprecia la parte basal de ladrillos, el entramado de alambre, y el cortinado externo.

A los galpones puede accederse por distintas puertas. Los camiones que entregan y retiran los pollos, así como los que retiran la «cama» y el guano, acceden por grandes portones ubicados en los extremos de cada galpón (Figura 6). Para extender la «cama» sobre el piso de los galpones o para llenar las tolvas con el alimento balanceado, suele utilizarse una puerta de un ancho aproximado de 2m situada sobre uno de los lados del galpón, junto a uno de los silos. Finalmente otra puerta de unos 50cm de ancho, generalmente ubicada junto a la anterior, permite el acceso al encargado y al supervisor.

Una pequeña pared de madera o chapa que se eleva desde el piso hasta unos 20-30cm y se continúa luego hasta el techo con lonas, suele dividir interna y transversalmente a los galpones en dos partes desiguales (sector grande y sector chico). Al llegar los pollos recién nacidos se habilita sólo el sector grande. Cuando los pollos crecen lo suficiente, se levanta la lona habilitándose todo el galpón. Esto se realiza principalmente en invierno, para que los pollos recién nacidos permanezcan más cerca unos de otros aportándose calor.

Figura 4: Vista de la línea de árboles que bordea a uno de los galpones.

Figura 5: Vista de los silos que contienen el alimento balanceado para los pollos.

Figura 6: Vista del exterior de un galpón, donde se aprecia el portón por donde se entregan y retiran los pollos, la «cama» y el guano. Se observa también el tanque que provee agua a los pollos.

Capítulo III:

Materiales y Métodos

1. Recorrida preliminar

Previo al inicio de los muestreos, se realizaron recorridas por el partido de Exaltación de la Cruz ubicando en un mapa las granjas avícolas. En estas recorridas se ingresó a las distintas granjas para entrevistar a los productores o encargados y confeccionar planos de la ubicación de las distintas construcciones edilicias dentro de cada granja. Las entrevistas apuntaban a conocer a qué empresa estaban integrados, si colocaban rodenticida, en qué momento y ubicación lo colocaban, cuántas personas habitaban en la granja y a qué grupos etarios pertenecían, si había animales domésticos y de qué especies, etc.

La información recogida sirvió para diseñar los muestreos en lo referente a qué hábitats considerar y al tipo y ubicación de trampas. También fue utilizada para interpretar algunos resultados.

2. Los muestreos

Entre julio de 1998 y julio de 2000 se instalaron trampas de captura continua muerta para pequeños roedores en granjas avícolas del partido de Exaltación de la Cruz.

Se realizaron 4 muestreos por año (en invierno, en primavera, en verano y en otoño). Cada muestreo comprendía la instalación de trampas en 4 granjas. Sin embargo, cambios imprevistos realizados entre algunos productores con las empresas de pollos con las que trabajaban integrados, obligaron a instalar trampas en sólo 2 granjas en otoño de 1999. De esta manera, el número de muestras resultó de 30 granjas. De las 30, 4 fueron muestreadas 2 veces, si bien ninguna se repitió antes de que transcurrieran por lo menos 14 meses. Se muestrearon entonces 26 granjas diferentes, lo que constituye el 40% de las granjas existentes en el partido.

3. Elección de los hábitats

A partir de los planos de las granjas, confeccionados en la recorrida previa a los muestreos, surgió que todas las granjas cuentan con 4 elementos: galpones de pollos, sector destinado a la vivienda humana, espacio libre de construcciones y perímetro del establecimiento.

Los galpones de pollos son aquellos que sirven para la cría comercial de pollos parrilleros. El sector destinado a la vivienda humana se encuentra claramente separado del resto de la granja ya sea por un alambrado o simplemente por una parquización que causa un efecto visual diferente. En dicho sector, además de la vivienda puede haber también algún galpón destinado a guardar vehículos y herramientas, así como algún corral para consumo propio de animales de granja. El perímetro es el límite de la granja, y generalmente consiste en un alambrado, pero puede ser también una zanja, una línea de árboles, etc. Los espacios libres de construcciones incluyen a los caminos internos de las granjas, que permiten el acceso de los camiones a cada uno de los galpones de pollos, y a los parques o espacios vegetados, de características muy variables según la granja.

Aproximadamente la mitad de las granjas tiene alguno de sus galpones situado tan cerca del perímetro (a una distancia de aproximadamente 1m) que no es posible establecer un límite claro entre ambos ambientes (Figura 7). Esto dio lugar a considerar un quinto elemento, al que se hará referencia como "interfase".

De los 5 elementos mencionados, se colocaron trampas en los galpones, el perímetro y, cuando estaba presente, la interfase. No se instalaron trampas en los espacios libres de construcciones y en el sector destinado a la vivienda humana. Así, cuando en este trabajo se mencione a las granjas, se las estará considerando como la suma de 3 hábitats: galpones, perímetro e interfase.

Figura 7: Vista del hábitat interfase.

4. Elección del tipo de trampa

Se utilizaron trampas de captura múltiple y continua de tipo pitfall para pequeños mamíferos, descriptas detalladamente en trabajos anteriores (Kirkland *et al.* 1990, Percich 1981). Se resolvió utilizar este tipo de trampa luego de entrevistar a los productores y encargados de las granjas. Las recorridas previas a los muestreos coincidieron con el momento en que empezaron a aparecer en el país los primeros casos humanos de infecciones por hantavirus. La entrevistas confirmaron que a pesar de que generalmente las viviendas se encuentran alejadas de los galpones de pollos, existe un tránsito diario de personas y animales domésticos por el parque en el cual se encuentran situados los galpones. La utilización de trampas conteniendo roedores vivos, o muertos por trampas caza-gañote, podrían exponer a los trabajadores y/o habitantes de las granjas a la posible presencia del virus.

Desde otro punto de vista, la utilización de trampas de captura continua permite detectar la presencia de especies y/o individuos socialmente subordinados (Busch 1988, Busch y Kravetz 1992a, Kirkland *et al* 1990), así como diferencias de abundancia en momentos en que ésta es alta, ya que el sistema no se satura (Busch 1988, Busch y Kravetz 1992a).

5. Ubicación de las trampas

La ubicación de las trampas también se resolvió en base a la observación de los planos y a la evaluación de las entrevistas realizadas en las recorridas preliminares.

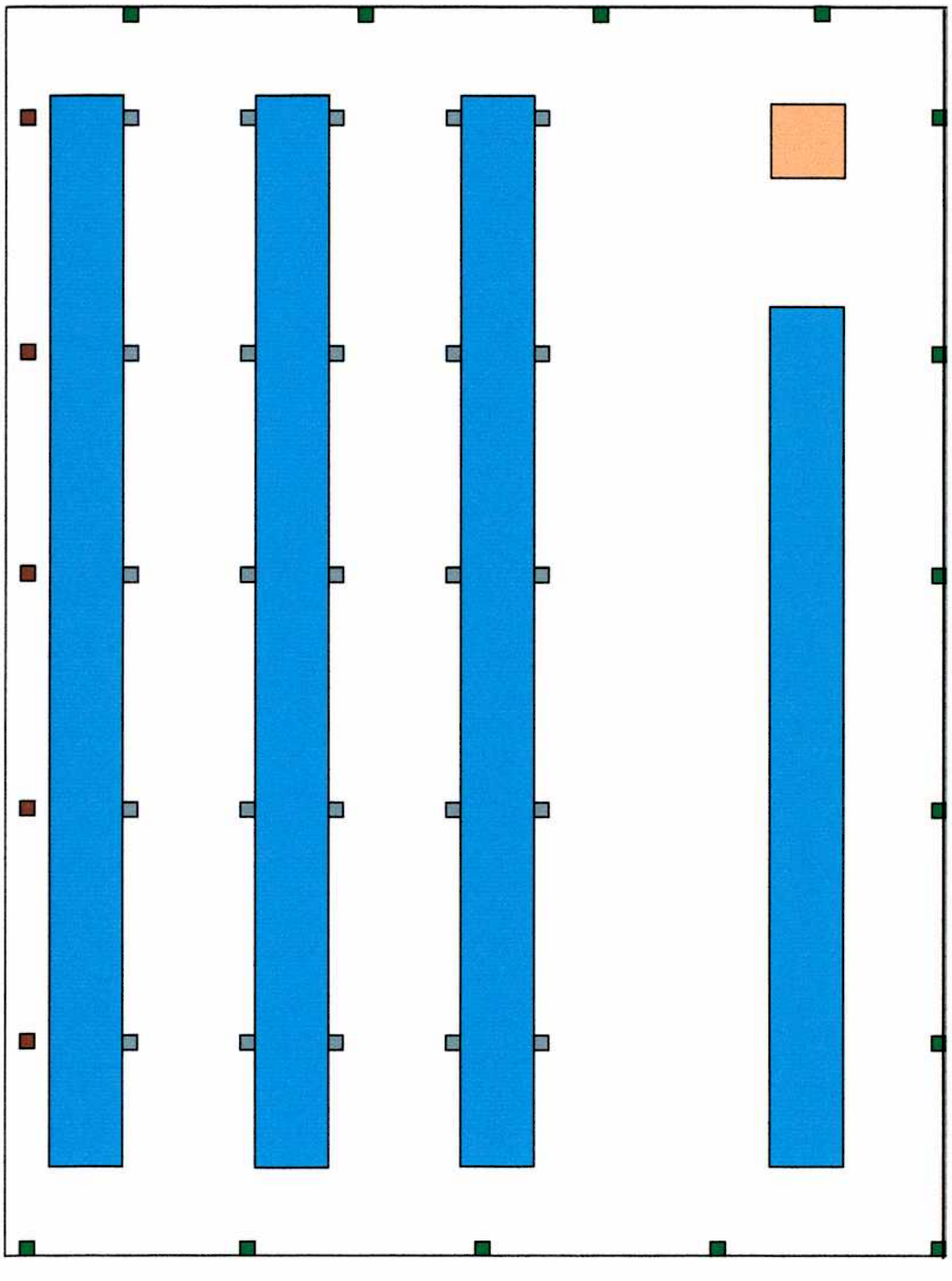
En el hábitat galpones se instaló una línea de trampas rodeando externamente a los mismos. El número de galpones en las granjas es variable con un rango de entre 1 y 12 y una moda de 3. Se resolvió entonces que en las granjas que tuvieran entre 1 y 3 galpones las trampas serían colocadas en todos ellos, mientras que en las que tuvieran más se colocarían en sólo 3 de los galpones, eligiéndolos al azar. En el hábitat perímetro se ubicó una línea de hasta 8 trampas por lado perimetral, mientras que el hábitat interfase se cubrió totalmente con una línea de trampas situada equidistante entre el perímetro y el galpón. (Figura 8).

Así, el número final de trampas en cada granja varió porque dependió del tamaño de los galpones, del tamaño de los perímetros y del tamaño y la presencia de las interfases.

En todos los hábitats las trampas quedaron distanciadas entre sí por 20m. Esto se resolvió en base a la distancia mantenida por otros autores para el mismo tipo de trampas (Busch 1988, Busch y Kravetz 1992a, Zuleta 1989).

Se decidió que no se instalarían trampas dentro de los galpones de pollos a pedido de los productores, quienes se mostraron temerosos de que estos animales pudieran quedar atrapados. Posteriormente, mediante un estudio de registro de huellas, se observó que la actividad de los pequeños roedores dentro y fuera de los galpones no presentaba diferencias significativas (Gomez Villafañe com. pers.).

Figura 8: Diseño para la ubicación de las trampas de captura muerta continua, en una granja hipotética. Los galpones se indican con celeste, la casa del dueño o encargado con rosa, las trampas del hábitat galpones con gris claro, las del hábitat perímetro con verde y las del hábitat interfase con marrón.



6. Muestreo preliminar

Se realizó un muestreo preliminar a fin de establecer el lapso de tiempo más conveniente para el funcionamiento de las trampas en las granjas. Para eso se instalaron trampas en 2 granjas según se describió en *III.5*. Las trampas fueron revisadas cada 7 días, recogiéndose cada vez los animales capturados.

Las abundancia de los roedores capturados fue disminuyendo desde la primera semana hasta la tercera, aumentando en la cuarta probablemente debido a una reinvasión. En base a eso se decidió que el tiempo para su funcionamiento sería de 3 semanas.

7. Análisis estadísticos

En todos los casos, por no cumplirse el supuesto de homocedacia, hubo que recurrir a la estadística no paramétrica para el análisis de los datos.

Capítulo IV:

Diversidad y abundancia

1. Introducción

1.1 ANTECEDENTES GENERALES

La aparición de un nuevo ambiente creado por el hombre es comparable desde el punto de vista ecológico a la formación de una isla en medio del océano. Se trata de un ambiente libre de especies que comenzará a ser colonizado. De acuerdo con la teoría del equilibrio de la biogeografía de las islas, desarrollada por Mc Arthur y Wilson (1967), la riqueza de especies que finalmente contendrá el nuevo ambiente será producto del equilibrio dinámico entre los procesos de inmigración y de extinción que ocurran en él.

La teoría predice que cuanto más grande sea la isla (nuevo ambiente), más especies puede albergar y que si tuviera el mismo tamaño que el continente (sitio del cual provienen las especies inmigrantes) la riqueza final en ella debería igualar a la de este último. Otra predicción es que cuanto más cercana se encuentre la isla, más rápidamente se alcanzará la riqueza que es capaz de soportar (Begon *et al.* 1988).

Si bien esta teoría fue desarrollada para explicar la biogeografía de las islas oceánicas, puede aplicarse también a ecosistemas continentales. Se ha utilizado, por ejemplo, en sistemas formados por picos montañosos (análogos a islas) aislados entre sí por tierras de menor altitud (análogas al océano) (Lomolino *et al.* 1989) o en el diseño de reservas naturales (islas) en medio de un ambiente desfavorable para las especies que se pretende conservar (océano) (Diamond *et al.* 1976).

Pero la formación de un nuevo ambiente no siempre ocurre en medio de un hábitat desfavorable o inhóspito. La aparición de un claro en un bosque es un ejemplo de ello. En este caso, el claro será colonizado (recolonizado) por especies presentes en el bosque que lo rodea (Hurbell y Foster 1986, Veblen 1985). Desde el punto de vista de la teoría de biogeografía de islas podría tratarse como un caso extremo en el que la distancia entre la isla y el continente es mínima.

La distancia que deben recorrer los organismos entre el continente (fuente) y la isla (parche) es relativa y no debe medirse sólo por su longitud. Puede tener aún mayor importancia su grado de conexión. Así, un parche contiguo a la fuente puede resultar "lejano" si entre ambos existe una barrera. Inversamente, ambientes alejados físicamente pueden resultar "cercanos" si están conectados a través de algún corredor. Las conexiones o desconexiones pueden generarse a través de disturbios, los cuales pueden ser naturales (glaciaciones, tectónica de placas, etc.) o artificiales (tala de bosques, construcción de canales, etc.).

Las especies en particular que ingresen al nuevo ambiente serán aquellas que lo incluyan dentro de su rango de dispersión. Y de ellas, sólo podrán establecerse las que encuentren en él algún hábitat adecuado para su subsistencia (Begon *et al.* 1988).

Hooker (1866, discutido por Begon *et al.* 1988) observó que las proporciones relativas de los distintos taxones no son las mismas en las islas y los continentes, sino que existe disarmonía en la biota de ambos ambientes. Diferentes características climáticas (y microclimáticas) y físicas ofrecen distintos tipos de hábitat a través de la disponibilidad desigual de recursos y condiciones (Begon *et al.* 1988, Cody 1975, Hutchinson 1959).

Las especies que se instalarán y su proporción relativa dependerá del orden de llegada, de los distintos tipos y tamaños de hábitats presentes, de las interacciones entre las especies (especialmente las de competencia y predación) y de las posibilidades de supervivencia de las distintas especies en el nuevo ambiente (Begon *et al.* 1988, Hutchinson 1959, May 1975). Begon *et al.* (1988) consideran que las especies más raras serán las que se caractericen por una menor capacidad de dispersión, mayor probabilidad de extinción y/o las que necesitan que se haya instalado antes alguna otra especie (por ejemplo predadores que requieren la presencia de sus presas).

Un primer paso para describir la estructura de la comunidad consiste en conocer su riqueza y composición de especies. Sin embargo, no todas las especies se encuentran igualmente representadas en la comunidad, por lo que una descripción más completa debería incluir las proporciones relativas de las especies que la integran y la equitatividad. Un descriptor útil en este sentido es la diversidad (Begon *et al.* 1988).

La diversidad en un sitio determinado depende de distintos factores tanto históricos (radiación adaptativa, eventos de colonización) como presentes (interacciones entre sus componentes). La estructura del paisaje y las relaciones topológicas entre sus elementos son factores importantes en su determinación, ya que influyen sobre la cantidad de nichos disponibles y la tasa de colonización (Bowers y Dooley 1991, Dunning *et al.* 1992).

Pero la estructura de una comunidad no suele ser estable en el tiempo, ya que las relaciones entre las especies pueden ir modificando sus abundancias relativas (Connell y Slatyle 1977, Sousa 1979). También factores externos a ella, como cambios climáticos o disturbios, pueden modificar su estructura (White y Pickett 1985).

Las intervenciones humanas sobre los sistemas pueden conducir a una disminución de la diversidad cuando implican la reducción de hábitats o recursos disponibles. Por ejemplo, en los últimos años en Latinoamérica se ha detectado una pérdida de diversidad por extinción de especies, especialmente debido a la reducción de hábitats por la expansión agrícola y el manejo forestal (Burkart 1999, Halffter 1999, Solbrig 1999). Sin embargo, en algunos sistemas, la actividad humana puede producir un aumento de la

diversidad al aumentar la heterogeneidad y cambiar las relaciones entre los componentes del paisaje, al depredar sobre algún competidor fuerte o al introducir especies (Crespo 1966).

Una de las consecuencias más dramáticas de las perturbaciones causadas por el hombre a los ecosistemas naturales es la ruptura de las barreras naturales para la dispersión de especies. Estas perturbaciones producen la alteración de los mecanismos de resistencia a la invasión, con la consecuente invasión de especies exóticas como sucedió con *Mus musculus*, *Rattus rattus* y *Rattus norvergicus* (Vitousek *et al.* 1997). En el caso particular de estas especies de roedores, la ruptura de la barrera oceánica a través de las embarcaciones tuvo el mismo efecto que hubiera tenido un acortamiento físico de la distancia que separa a Europa de América.

1.2. Antecedentes en los agroecosistemas pampeanos

En los agroecosistemas de la región pampeana en Argentina, las transformaciones del hábitat generadas desde hace más de un siglo por la actividad agrícola-ganadera y por la introducción de árboles, pudo haber aumentado la disponibilidad de hábitats para algunos taxones (aves de bosque y roedores), mientras que disminuyó la de otros, sobre todo mamíferos medianos y grandes (zorros, pumas, gatos, etc.). Para el grupo de roedores en particular, la actividad humana aumentó la disponibilidad de alimento, introdujo especies (como las ratas *R. rattus, R. norvegicus* y la laucha doméstica *M. musculus*) y probablemente aumentó el número de nichos disponibles (Crespo 1966, Crespo *et al.* 1970).

Los distintos elementos del paisaje en estas áreas difieren en el grado de influencia del hombre y las características de la vegetación. Mientras que en los bordes bajo alambradas, terraplenes de ferrocarril y en bordes de arroyos se encuentra una vegetación en cierta forma semejante a la de los pastizales naturales, en los campos de cultivo se desarrollan malezas características, generalmente con dominio de plantas anuales (Crespo *et al.* 1970). La aparición de ambientes urbanos y periurbanos generó un aumento en la diversidad de hábitats que posiblemente tengan asociadas distintas comunidades de roedores, más tolerantes a los disturbios.

Las comunidades de pequeños roedores que habitan los agroecosistemas de los alrededores de la localidad de Diego Gaynor (partido de Exaltación de la Cruz) han sido ampliamente estudiadas desde 1979 (Bilenca y Kravetz 1998, Bonaventura *et al.* 1992, Busch *et al.* 2000, 2001, Busch y Kravetz 1992a y b, Cittadino *et al.* 1994, 2002, Hodara *et al.* 2000, Kravetz *et al.* 1987, Zuleta *et al.* 1988). Dichas comunidades están compuestas por roedores sigmodontinos de las especies *Akodon azarae*, *Calomys laucha*, *C. musculinus*, *Oligoryzomys flavescens* y *Oxymycterus rufus*. Se encuentran además el cávido *Cavia aperea* y las introducidas *M. musculus* y *Rattus* sp.

Las abundancias relativas de estas especies están determinadas tanto por sus requerimientos de hábitat como por las relaciones de competencia (de Villafañe *et al.* 1977). *A. azarae* y *O. flavescens*, especies sensibles a los disturbios, son más comunes en las áreas menos perturbadas como bordes de campos donde la vegetación asociada es más parecida a la de los pastizales naturales (Bilenca y Kravetz 1995, Busch y Kravetz 1992a, Crespo *et al.* 1970, de Villafañe *et al.* 1977, Zuleta *et al.* 1988).

Las especies del género *Calomys*, más tolerantes a los disturbios, habrían aumentado su número en la región pampeana gracias a su adaptación a los campos de cultivo. Así, los disturbios periódicos ocasionados por las labores agrícolas ayudarían a evitar que el sistema evolucione hacia una exclusión competitiva del género *Calomys*, subordinado frente a *A. azarae* (Busch y Kravetz 1992b), pudiendo incluso llegar a dominar numéricamente en este sistema agrícola (de Villafañe *et al.* 1977).

La laucha doméstica y las ratas, comensales del hombre, son más frecuentes en hábitats peridomiciliarios, aunque Crespo (1966) y de Villafañe *et al.* (1977) citan la presencia de *Mus* en gran abundancia en campos de cultivo de otras áreas de la región.

Los pequeños roedores de ciclos de vida cortos, en particular, presentan ciclos estacionales bien marcados (Piantanida 1985) que, si no coinciden exactamente entre todas las especies que conforman la comunidad, pueden provocar un cambio estacional en su estructura a través de diferencias en las proporciones relativas. Las poblaciones de pequeños roedores silvestres presentes en los agroecosistemas de la zona muestran una marcada estacionalidad en sus abundancias con mínimos en primavera, un leve aumento en verano hasta alcanzar un pico en otoño y luego una abrupta disminución en invierno (Busch y Kravetz 1992a, Crespo *et al.* 1970, Mills *et al.* 1991, Zuleta *et al.* 1988). *M. musculus*, por su parte, es una especie muy poco capturada en este sistema. Pero Crespo *et al.* (1970) describió para esta especie en los agroecosistemas del sur de Córdoba un pico de abundancia en octubre, mientras las especies acompañantes se encontraban en sus mínimos, seguido de un leve descenso hacia el otoño-invierno.

1.3. Las granjas avícolas

Actualmente, la región pampeana se caracteriza por un paisaje que ha sido modelado por la actividad agrícola-ganadera. Está formado por una matriz constituida por campos de cultivo o de pastoreo delimitados por alambrados. Durante la década de 1990, la creciente actividad avícola agregó un nuevo elemento a este paisaje en forma de parches: las granjas destinadas a la producción de pollos (Miño *et al.* 2001).

Luego de la construccción, las granjas comienzan a ser colonizadas por roedores. En este sentido, este nuevo ambiente puede ser comparado con la aparición de un claro en un bosque o de una isla en el océano. En la primera comparación, los roedores ingresarían a las granjas (claro) desde los campos vecinos (bosque). En la segunda, se trataría de animales provenientes de algún lugar alejado, donde el continente estaría representado por otra granja,.un poblado, etc.

En todos los casos, la velocidad de ingreso de las especies a las granjas estará dada por su grado de conexión con el exterior. De acuerdo con Gómez Villafañe *et al.* (2001), esa conexión depende del porcentaje de perímetro de la granja que esté enmalezado. Los alambrados no se limitan a rodear a la granja sino que se continúan más allá de sus límites hacia los campos vecinos, pudiendo llegar hasta otras granjas e incluso a poblados. Por eso, y por su elevada relación borde/área, los perímetros de las granjas y bordes de los campos han sido considerados corredores para los roedores en el paisaje pampeano (Miño *et al.* 2001). Pero por otro lado, puede haber también un transporte pasivo de especies ocasionado por las actividades humanas, como ser el traslado de granos o alimento.

Como ocurre en las islas oceánicas, las granjas contienen distintos tipos de hábitats. Algunos son más favorables para los roedores (galpones, perímetros) y otros menos (caminos internos). Los galpones de pollos, en particular, son hábitats favorables desde el punto de vista de los recursos (alimento balanceado y agua *ad libitum* y de fácil accesibilidad, refugio) y las condiciones (temperatura controlada durante todo el año) que ofrecen, por lo que serían un hábitat atractivo para los roedores que ingresan. Por otra parte, su mayor superficie en comparación con los perímetros les permitiría albergar mayor número de animales (y de especies).

Sin embargo, no todo lo que brindan los galpones es favorable para los roedores. En ellos ocurren disturbios periódicos, el más intenso de los cuales es la aplicación de rodenticidas. Otros disturbios son los producidos por las actividades humanas ligadas a la producción de pollos (remoción del guano, entrada y salida de pollos, ingreso diario de personas, etc.). Cualquiera de ellos, pero principalmente la aplicación de rodenticidas, podría ocasionar la extinción de alguna especie de roedor en la granja, principalmente si se trata de una especie poco abundante en ella.

Así, en las granjas, la estructura de la comunidad estará determinada por la rapidez con que ingresen las distintas especies, sus distintos niveles de tolerancia al disturbio humano, sus preferencias de hábitat y las relaciones interespecíficas.

Respecto a la variación estacional, los resultados obtenidos en trabajos previos son contradictorios: mientras que Gomez Villafañe *et al.* (2001) detectaron que la actividad de los roedores en los galpones de pollos fue mayor en invierno que en verano, en coincidencia con lo descripto para las especies silvestres en el sistema campo-borde de la zona, Valenzuela (2001) no detectó un variación estacional significativa en dicho hábitat, mientras que observó una fluctuación estacional coincidente con la descripta para el sistema campo-borde, en los perímetros y los campos adyacentes.

1.4. Objetivo general

El objetivo general de este capítulo es caracterizar las comunidades de pequeños roedores presentes en las granjas avícolas del partido de Exaltación de la Cruz en cuanto a cuáles son las especies que las

integran, la diversidad específica y las abundancias relativas en las distintas estaciones del año y en los distintos hábitats.

1.5. Hipótesis

En base a lo desarrollado en la introducción las hipótesis que se plantean para este capítulo son:

- Las comunidades de pequeños roedores de las granjas avícolas se desarrollan a partir de la colonización por parte de individuos de áreas vecinas (sistema campo-borde).
- La variación de abundancia de las especies de pequeños roedores presentes en las granjas responde a la variación que muestran las especies roedores en el sistema campo-borde.

1.6. Predicciones

De acuerdo con las hipótesis planteadas se espera encontrar que:

La riqueza y composición específica de las comunidades de pequeños roedores de las granjas avícolas es similar a las de las comunidades de pequeños roedores presentes en el sistema campo-borde de la región.

La abundancia de las especies de pequeños roedores de las comunidades de las granjas avícolas varía a lo largo del año como lo hace en las comunidades del sistema campo-borde (mayor abundancia en las épocas frías y menor en las cálidas).

1.7. Objetivos de trabajo

Para cumplir con el objetivo general y poner a prueba las hipótesis planteadas se proponen los siguientes objetivos de trabajo:

Calcular la riqueza específica de las comunidades de pequeños roedores presentes de las granjas y cada uno de los hábitats.

Estimar la equitatividad y diversidad específica de las comunidades de pequeños roedores en las granjas y cada uno de sus hábitats.

Comparar estadísticamente los índices de diversidad.

- Estimar la abundancia relativa del total de especies de pequeños roedores presentes en las granjas y en cada uno de los hábitats considerados, a lo largo del año.
- Estimar por separado la abundancia relativa de *M. musculus* y de las especies silvestres en las granjas y en cada uno de los hábitats considerados, a lo largo del año.

  Comparar estadísticamente entre épocas las abundancias estimadas.

2. Materiales y métodos

2.1. Trabajo de campo

El diseño de los muestreos se realizó de acuerdo con lo descripto en *III.2*. Sin embargo, en esta primera parte se agrupan los otoños con los inviernos, obteniéndose en total 7 épocas: otoño-invierno y primavera de 1998, verano, otoño-invierno y primavera de 1999 y verano y otoño-invierno de 2000. Esto se resolvió debido a que en otoño de 1999 sólo pudieron instalarse trampas en 2 granjas, con lo cual no se podría incluir esta estación en ningún análisis estadístico. Además, los muestreos de otoño siempre se efectuaron a fines de esta estación, lo cual permite agruparla con el invierno siguiente sin perder significado ecológico. De esta manera, para cada época se dispone de datos de 4 granjas, a excepción del otoño-invierno de 1999, época de la que se dispone de datos de 6 granjas.

La elección de las granjas que iban a ser muestreadas en cada época se realizó al azar. Esto se resolvió para que las diferencias que pudieran detectarse entre épocas no dependieran de la localización de la granja (urbana o rural), de la empresa con la cual trabajaba integrada o de la edad de los pollos. En el caso del primer muestreo (otoño-invierno de 1998), 2 de las 4 granjas muestreadas fueron las utilizadas en el muestreo preliminar.

Las trampas utilizadas fueron de captura múltiple continua, de acuerdo con lo explicado en *III.3*, cebadas con una mezcla de pasta de maní y grasa vacuna. En cada muestreo funcionaron continuamente durante tres semanas según lo establecido a partir del muestreo preliminar. En el caso de granjas en las que las trampas permanecieron instaladas más tiempo (las 2 del muestreo preliminar y otras en las que no se pudieron levantar por lluvias), sólo se utilizaron los datos de las 3 primeras semanas de captura. Los animales capturados en esas 3 semanas se iban recogiendo cada 7 días, registrándose su localización y fecha. Cada individuo fue identificado por especie, y fijado en formaldehído 10%.

2.2. Análisis de datos

2.2.1. Estimación de la abundancia

En cada hábitat:

La abundancia de cada especie en un hábitat dado se estimó mediante la utilización de un índice de densidad relativa (IDR):

$$IDR = (n^o \text{ de roedores capturados} / n^o \text{ de trampas} \times n^o \text{ de noches}) \times 100 \qquad \text{Ecuación 1}$$

Se consideró este índice ya que se desean comparar valores de abundancia entre especies, hábitats y épocas, y el número de trampas varió según el tamaño del hábitat en cada granja.

En la granja:

Debido a que cada hábitat representa una fracción de diferente área dentro de cada granja (Figura 8), la abundancia de cada especie en cada granja se estimó mediante la utilización de la siguiente ecuación:

$$IDRgra_i = IDRgal_i \times G_i + IDRper_i \times P_i + IDRint_i \times I_i, \qquad \text{Ecuación 2}$$

donde:

$IDRgra_i$ es el IDR en la granja i,

$IDRgal_i$, $IDRper_i$ e $IDRint_i$ son los IDR en los hábitats galpones, perímetro e interfase, respectivamente, en la granja i, calculados mediante la ecuación 1.

G_i es la proporción del área ocupada por todos los galpones de la granja i. El área de cada galpón se calculó como: (ancho + 1m) x (largo + 1m). Se sumó 1m a cada dimensión porque se consideró hábitat galpones a los galpones propiamente dichos y hasta 50cm hacia el exterior de ellos.

P_i es la proporción del área ocupada por el hábitat perímetro en la granja i. Ese área se calculó como la longitud perimetral de la granja x 2m (1m hacia el interior de la granja y 1m hacia el exterior). En los tramos en que el perímetro coincidió con la interfase se multiplicó por 1m en vez de 2 (el metro correspondiente al exterior de la granja).

I_i es la proporción del área ocupada por el hábitat interfase en la granja i. En este caso, el área se calculó como: longitud del galpón x 1m de ancho (distancia entre el galpón y el perímetro).

2.2.2. *Cálculos de diversidad y equitatividad*

En cada hábitat:

Para cada época del año y cada hábitat se calculó la riqueza de especies (S), la diversidad específica (H) y la equitatividad (E). Ésta se calculó mediante el índice de Shannon-Weaver:

$$H = -\Sigma p_j \ln p_j, \qquad \text{Ecuación 3}$$

donde:

p_j = *nº de roedores de la especie j / nº total de roedores capturados,*

y la equitatividad, por medio de la ecuación:

$$E = H / \ln S \text{ (Begon } et\ al. \text{ 1988).} \qquad \text{Ecuación 4}$$

Los índices de diversidad de cada hábitat se compararon mediante la prueba de Hutcheson descripta en Magurran (1988).

En la granja:

Se estimaron también la diversidad y equitatividad para todas las granjas. Para el cálculo de la diversidad de las granjas se utilizó la ecuación 3, pero en este caso

$$p_j = IDRgra_j / IDRgra, \qquad \text{Ecuación 5}$$

donde:

$IDRgra_j$ es el IDR de la especie j en totas las granjas e

$IDRgra$ es el IDR del total de especies en totas las granjas.

Se utilizó el IDR en vez del número de capturas porque cada hábitat fue muestreado con distinta intensidad.

Para el cálculo de la equitatividad en las granjas se utilizó la ecuación 4.

2.2.3. Comparaciones de abundancia

Entre galpones, perímetros e interfases:

Las comparaciones de abundancia entre los 3 hábitats considerados (galpones, perímetros e interfases) se realizaron mediante la prueba de Friedman o ANOVA de 2 factores por rangos. Los factores analizados fueron los hábitats y las granjas. Se consideró que los primeros eran dependientes entre sí (la abundancia en uno de ellos estaría afectada por la abundancia en otro) y cada granja fue considerada como un bloque. Sólo se pudieron utilizar los datos de las granjas en las que los 3 hábitats estuvieron presentes (el 53% de las granjas), dado que esta prueba requiere un diseño balanceado de los datos. En los casos en que se detectaron diferencias significativas, se realizaron comparaciones múltiples para visualizar entre qué variables ocurrían las diferencias. Para eso se utilizó la ecuación propuesta por Daniel (1978):

$$/\Sigma R_i - \Sigma R_j / \geq Z_{1-(\alpha/k(k-1))} \sqrt{(N \,.\, k\,(k+1)/6} = d.m.s., \qquad \text{Ecuación 6}$$

donde:

d.m.s. es la diferencia mínima significativa

R_i es la suma de rangos en el hábitat i,

R_j es la suma de rangos en el hábitat j,

k es el número hábitats,

N es el número de granjas,

$Z_{1-(\alpha/k(k-1))}$ es el valor crítico,

α es el error global, y

$\alpha/k(k-1)$ es el error para cada comparación (α_c). Se utilizó un α grande para lograr α_c<0,05.

Entre galpones y perímetros:

La utilización de datos provenientes de un número reducido de granjas podría ocultar posibles diferencias significativas en las abundancias entre hábitats. Para disminuir esta posibilidad se resolvió que, además de las comparaciones entre los 3 hábitats, se compararan los galpones y perímetros de todas las granjas, ampliando así la muestra de 16 a 30 granjas. Esta nuevas comparaciones se analizaron mediante la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas.

2.2.4. *Variaciones de abundancia en el tiempo*

A fin de evaluar cómo variaron las abundancias a lo largo de los 2 años de muestreos, se construyeron gráficos de IDR en función de las épocas del año para todas las especies juntas, para el grupo de las especies silvestres capturadas en las granjas y para *Mus musculus* en particular, tanto en las granjas como en cada uno de los hábitats.

En base a lo observado en los gráficos de variación de abundancia y a los antecedentes planteados en *IV.1.2*, se decidió comparar en todos los casos las abundancias entre las épocas frías (otoño-invierno) y cálidas (primavera-verano). Estas comparaciones se hicieron aplicando la prueba de U de Wilcoxon-Mann-Whitney para 2 muestras independientes.

3. Resultados

3.1. Riqueza, diversidad y equitatividad

En las granjas:

Se capturaron en total 272 individuos. Uno correspondió al género *Rattus*, mientras que el resto fueron pequeños roedores pertenecientes a 5 especies diferentes. El mencionado individuo del género *Rattus* no será tenido en cuenta, ya que las trampas empleadas no contemplan las capturas de animales del tamaño de las ratas. Considerando sólo a los pequeños roedores, la riqueza fue de 5 especies. Los porcentajes de captura para cada una de ellas fueron: *Akodon azarae* (42,07%), *Calomys laucha* (31,73%), *Mus musculus* (19,56%), *Oligoryzomys flavescens* (4,06) y *Calomys musculinus* (2,58%). La diversidad en las granjas fue 1,0688 y la equitatividad 0,6641.

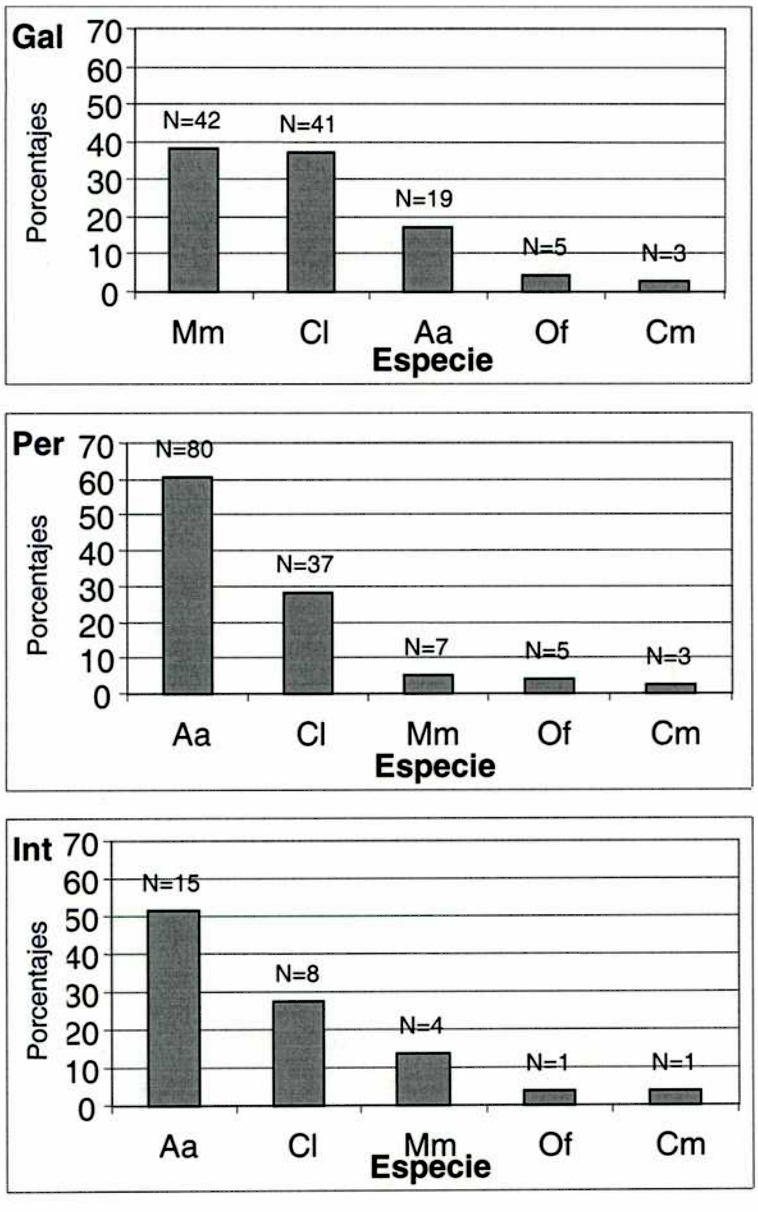
En los hábitats:

En todos los hábitats, la riqueza coincidió con la de la granja (S=5). También fueron las mismas las especies capturadas: *A. azarae*, *C. laucha*, *M. musculus*, *O. flavescens* y *C. musculinus*. Lo que varió en cada hábitat fue la proporción en la que se capturó cada especie, la diversidad y la equitatividad.

El 38,18% de las capturas en los galpones correspondió a *M. musculus*, el 37,27% a *C. laucha*, el 17,27% a *A. azarae*, el 4,55% a O. *flavescens* y el 2,73% a *C. musculinus* (N=110; Figura 9.Gal). En los perímetros, el 60,61% correspondió a *A. azarae*, el 28,03% a *C. laucha*, el 5,30% a *M. musculus*, el 3,79% a *O. flavescens* y el 2,27% a *C. musculinus* (N=132; Figura 9.Per). En las interfases el 51,72%

correspondió a *A. azarae*, el 27,59% a *C. laucha*, el 13,79% a *M. musculus* y el 6,8% restante a *O. flavescens* y a *C. musculinus* en partes iguales (N=29; Figura 9.Int).

FIGURA 9: Porcentajes de captura de las distintas especies de pequeños roedores presentes en cada uno de los hábitats considerados. (Gal: galpones; Per: perímetros; Int: interfases; Aa: A. azarae; Cl: C. laucha; Mm: M. musculus; Of: O. flavescens; Cm: C. musculinus; N: número de individuos capturados de cada especie; Número de granjas estudiadas: 30).



Entre hábitats, la mayor diversidad fue la de los galpones (H=1,2777), seguidos por las interfases (H=1,2018) y en último lugar los perímetros (H=1,0256). Las pruebas de Hutcheson muestran que hubo diferencia significativa entre los galpones y los perímetros (t=3,1239; 0,005>p>0,0005), mientras que no

se observaron diferencias significativas entre los galpones y las interfases (t=0,5160; p>0,25), ni entre éstas y los perímetros (t=1,1281; 0,25>p>0,10; Tabla 2).

TABLA 2: Comparaciones entre hábitats de los Índices de Diversidad de Shannon-Weaver (H). [*: p<0,005 para la prueba de Hutcheson (Magurran 1988)].

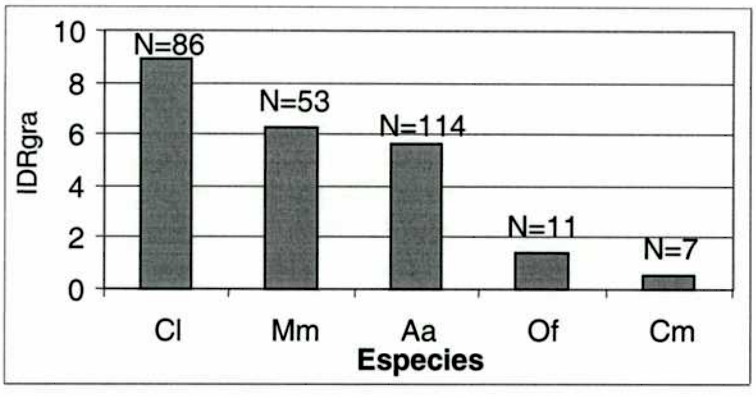
Comparaciones	t	gl	p
Galpones Vs perímetros	3,1239	225	*
Perímetros Vs interfases	1,1281	36	
Interfases Vs galpones	0,5160	29	

En cuanto a las equitatividades, se mantuvo el mismo orden que para las diversidades. Fue mayor en los galpones (E=0,7939) con predominio compartido entre *M. musculus* y *C. laucha*. *A. azarae* fue capturada la mitad de veces que aquellas y *O. flavescens* y *C. musculinus* resultaron muy poco representadas (Figura 9.Gal). En segundo lugar se ubicaron las interfases (E=.0,7467), donde dominó *A. azarae*, le siguió *C. laucha* con un poco más de la mitad de capturas, luego *M. musculus* con la mitad de las capturas de *C. laucha* y finalmente O. *flavescens* y *C. musculinus* con muy baja representatividad (Figura 9.Int). El hábitat menos equitativo fue el perímetro (E=0,6372), donde el orden de dominancia de las especies fue similar al de las interfases, pero *M. musculus* estuvo tan poco representada como *O. flavescens* y *C. musculinus* (Figura 9.Per).

3.2. ABUNDANCIAS

Como se mencionó en *IV.3.1*, la especie más capturada fue *A. azarae* y le siguieron en orden de número de animales capturados *C. laucha*, *M. musculus*, *O. flavescens* y *C. musculinus*. Sin embargo, el cálculo de la abundancia (teniendo en cuenta el esfuerzo de captura en cada hábitat) de cada especie en el total de las granjas (SIDRgra_i) muestra otro orden: *C. laucha* (IDRgra=8,9317), *M. musculus* (IDRgra=6,2726), *A. azarae* (IDRgra=5,6335), *O. flavescens* (IDRgra=1,4246) y *C. musculinus* (IDRgra=0,5341; Figura 10). La forma en que fue calculada la abundancia (ver *IV.2.2.1*) tiene en cuenta el aporte en especies de cada hábitat en función del área que cada hábitat ocupa en la granja. Así, una especie muy capturada en un sólo háabitat, si ese hábitat ocupa un área pequeña, no resultará muy abundante en la granja.

FIGURA 10: Abundancia de las distintas especies de pequeños roedores capturadas en las granjas avícolas en todas las épocas. (IDR_{gra}= Σ [nº de roedores capturados en el hábitat i / nº de trampas instaladas en el hábitat i x nº de noches] x 100 x proporción del área ocupada por el hábitat i en la granja; Aa: *A. azarae*, Cl: *C. laucha*, Mm: *M. musculus*, Of: *O. flavescens*, Cm: *C. musculinus*; N: número de individuos capturados de cada especie; Número de granjas analizadas: 30).



3.3. COMPARACIONES DE ABUNDANCIA

Entre galpones, perímetros e interfases, para las granjas que presentaron los 3 hábitats (N=16 granjas):

La abundancia general de pequeños roedores fue mayor en las interfases (IDR=27,3725) que en los perímetros (IDR=18,7198) y en éstos mayor que en los galpones (IDR=11,4171; Figura 11a). Sin embargo, las diferencias no resultaron significativas (χ^2=0,5818; N=16; p<0,75).

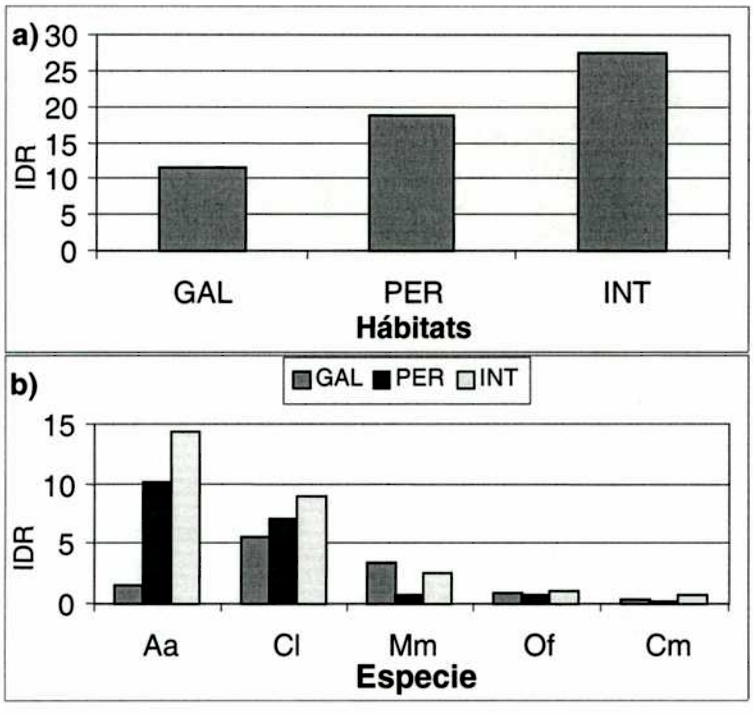
El análisis por especie muestra que *A. azarae* y *C. laucha* también fueron más abundantes en las interfases (*A. azarae*: IDR=14,2633; *C. laucha*: IDR=9,0038) que en los perímetros (*A. azarae*: IDR=10,1532; *C. laucha*: IDR=6,9953) y en los perímetros más que en los galpones (*A. azarae*: IDR=1,4335; *C. laucha*: IDR=5,5975; Figura 11b). Pero sólo *A. azarae* presentó diferencias significativas (Friedman: χ^2=6,0588; N=16; p<0,05). Las comparaciones múltiples mostraron que la diferencia significativa ocurrió sólo entre las interfases y los galpones (α_c= 0,04).

M. musculus mostró un patrón diferente: más abundante en los galpones (IDR=3,3352) que en las interfases (IDR=2,4634) y en las interfases más que en los perímetros (IDR=0,6486; Figura 11b). La comparación entre los 3 hábitats mostró diferencias significativas (Friedman: χ^2=7,2667; N=16; p<0,03) que se debieron a la mayor abundancia en los galpones con respecto a los perímetros (α_c=0,05).

Las especies menos abundantes, *O. flavescens* y *C. musculinus*, variaron en forma similar. Ambas fueron más abundantes en las interfases (*O. flavescens*: IDR=0,9524; *C. musculinus*: IDR=0,6896) que

en los galpones (*O. flavescens*: IDR=0,7635; *C. musculinus*: IDR=0,2874) y en éstos más que en los perímetros (*O. flavescens*: IDR=0,7504; *C. musculinus*: IDR=0,1724; Figura 11b). Sin embargo, ninguna diferencia resultó significativa (*O. flavescens*, Friedman: χ^2=0,4000; N=16; p<0,82; *C. musculinus*, Friedman: χ^2=2,0000; N=16; p<0,37).

Figura 11: Abundancia de pequeños roedores en los 3 hábitats considerados en este trabajo. a) para todas las especies, b) para cada una de las especies. (IDR= [nº de roedores capturados en el hábitat i / nº de trampas instaladas en el hábitat i x nº de noches] x 100. GAL: galpones, PER: perímetros, INT: interfases. Aa: *A. azarae*; Cl: *C. laucha*; Mm: *M. musculus*; Of: *O. flavescens*; Cm: *C. musculinus*. Se consideraron los datos provenientes de las 16 granjas que presentaron los 3 hábitats).



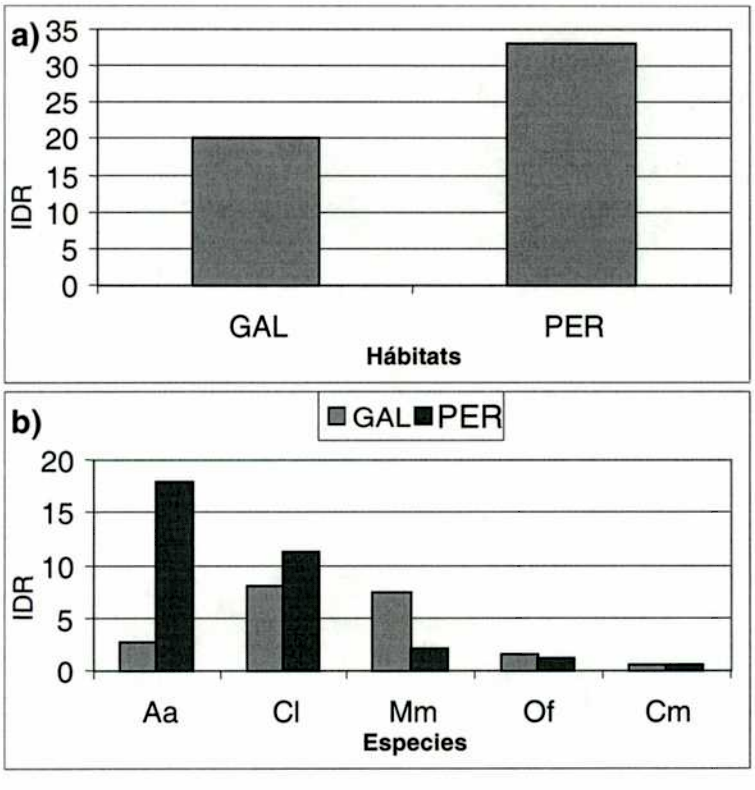
Entre galpones y perímetros, para todas las granjas (N=30 granjas):

Con los datos provenientes de todas las granjas (N=30) se compararon las abundancias de todas las especies entre galpones y perímetros. Si bien las diferencias no resultaron significativas, las abundancias fueron mayores en los perímetros (IDR=33,0121) que en los galpones (IDR=20,2152; Figuras 12a).

Las comparaciones de abundancia entre galpones y perímetros tampoco mostraron diferencias significativas para *C. laucha* (en galpones: IDR=8,0525; en perímetros: IDR=11,1459), *O. flavescens* (en galpones: IDR=1,5124; en perímetros: IDR=1,2265) y *C. musculinus* (en galpones: IDR=0,5038; en perímetros: IDR=0,5806; Figuras 12b).

A. azarae, que en 16 granjas no había mostrado diferencias significativas entre sus abundancias entre perímetros y galpones, cuando fueron 30 las granjas analizadas resultó significativamente más abundante en los perímetros (en perímetros: IDR=17,9720; en galpones: IDR=2,7024; T=14; Z=2,6126; p=0,01). Finalmente, *M. musculus* volvió a mostrar una diferencia significativa en su abundancia entre estos 2 hábitats, con mayor abundancia en los galpones (IDR=7,4440) que en los perímetros (IDR=2,0871; T=39,5; Z=2,2334; p=0,02; Figuras 12b).

Figura 12: Abundancia de pequeños roedores en los galpones y los perímetros. a) para todas las especies, b) para cada una de las especies. (IDR= [nº de roedores capturados en el hábitat i / nº de trampas instaladas en el hábitat i x nº de noches] x 100. GAL: galpones, PER: perímetros. Aa: *A. azarae*; Cl: *C. laucha*; Mm: *M. musculus*; Of: *O. flavescens*; Cm: *C. musculinus*. Se consideraron los datos provenientes de todas las granjas (N=30)).



3.4. Variaciones de abundancia en el tiempo

En las granjas:

La abundancia general (todas las especies) varió ampliamente entre granjas (rango de IDR: 0 - 1,9913). A lo largo de los 2 años de muestreos, el IDRgra mediano varió entre 0,8347 en otoño-invierno

de 1998 y 0,0267 en primavera de 1999 (Figura 13.Granjas). Los picos máximos ocurrieron siempre en otoño-invierno, mientras que los mínimos fueron siempre en las épocas cálidas (verano del primer año y primavera del segundo año). El análisis estadístico indicó que la abundancia en las épocas frías fue significativamente mayor que en las épocas cálidas (U=50; $Z_{ajustado}$=2,5785; p=0,01).

El grupo de especies silvestres capturadas en las granjas (*A. azarae*, *C. laucha*, *O. flavescens* y *C. musculinus*) mostró el mismo patrón de abundancia a lo largo del tiempo. En este caso, la comparación de abundancia entre épocas frías y cálidas también resultó significativa (U=29; $Z_{ajustado}$=3,4639; p=0,0005), siendo mayor en las épocas frías.

M. musculus presentó un patrón diferente. Tuvo su pico máximo en otoño-invierno de 1998 (IDRgra mediano=0,1412), pero su abundancia disminuyó hasta el otoño-invierno del año siguiente (IDRgra mediano=0,0064). Pasada esa época aumentó hacia el verano de 2000, cuando tuvo un nuevo pico (IDRgra mediano=0,0202) y volvió a disminuir hacia el otño-invierno siguiente (IDRgra mediano=0,0044; Figura 13.Granjas). Esta especie no mostró diferencias significativas en su abundancia en las granjas entre las épocas frías y cálidas (U=103; $Z_{ajustado}$=-0,3812; p=0,70).

En los hábitats:

GALPONES. Al igual quepara los 3 hábitats en conjunto, la abundancia general de pequeños roedores en los galpones varió ampliamente según la granja (rango de IDR: 0 - 4,1667) y tuvo sus máximos en las épocas frías y sus mínimos en verano de 1999 y en la primavera siguiente (Figura 13.Galpones). Los IDR variaron entre 1,7526 en otoño-invierno de 1998 y 0 en primavera de 1999. En este hábitat sin embargo, la abundancia entre las épocas frías y las cálidas no difirió significativamente (U=78,5; $Z_{ajustado}$=-1,4117; p=0,16).

Las especies silvestres, con máximas abundancias en otoño-invierno de todos los años, y mínimas en verano del primer año y primavera y verano del segundo año, presentaron IDR medianos que variaron entre 1,7262 en otoño-invierno de 1998 y 0 en verano y primavera de 1999 y verano de 2000. En este caso, la diferencia de abundancia entre las épocas frías y las cálidas fueron significativas (U=67,5; $Z_{ajustado}$=-2,0890; p=0,04).

Las abundancias de *M. musculus* en los galpones variaron entre IDR mediano=0,4760 en primavera de 1998 y 0 en otoño-invierno y primavera de 1999 y en otoño-invierno de 2000. Los picos de máxima abundancia ocurrieron en primavera del primer año y verano del segundo año. Sin embargo, la diferencia de abundancia entre las épocas cálidas y frías no resultó significativa (U=100; $Z_{ajustado}$= -0,5832; p=0,59).

PERÍMETROS. En los perímetros, la abundancia para todas las especies juntas varió, según la granja, entre IDR=0 e IDR=7,2414. El IDR mediano fue máximo en otoño-invierno de 1998 (IDR mediano=1,9485),

luego disminuyó hacia el verano de 1999 (IDR mediano=0,2424). En el otoño-invierno de 1999 volvió a aumentar (IDR mediano=0,4563), para descender y mantenerse en un IDR mediano=0 durante la primavera y el verano siguientes. Finalmente aumentó hacia el otoño-invierno de 2000 (IDR mediano=1,1885; Figura 13.Perímetros). La diferencia de abundancia entre las épocas frías y cálidas fue significativa al 10% (U=72; $Z_{ajustado}$=1,7345; p=0,08), mayor en las épocas frías.

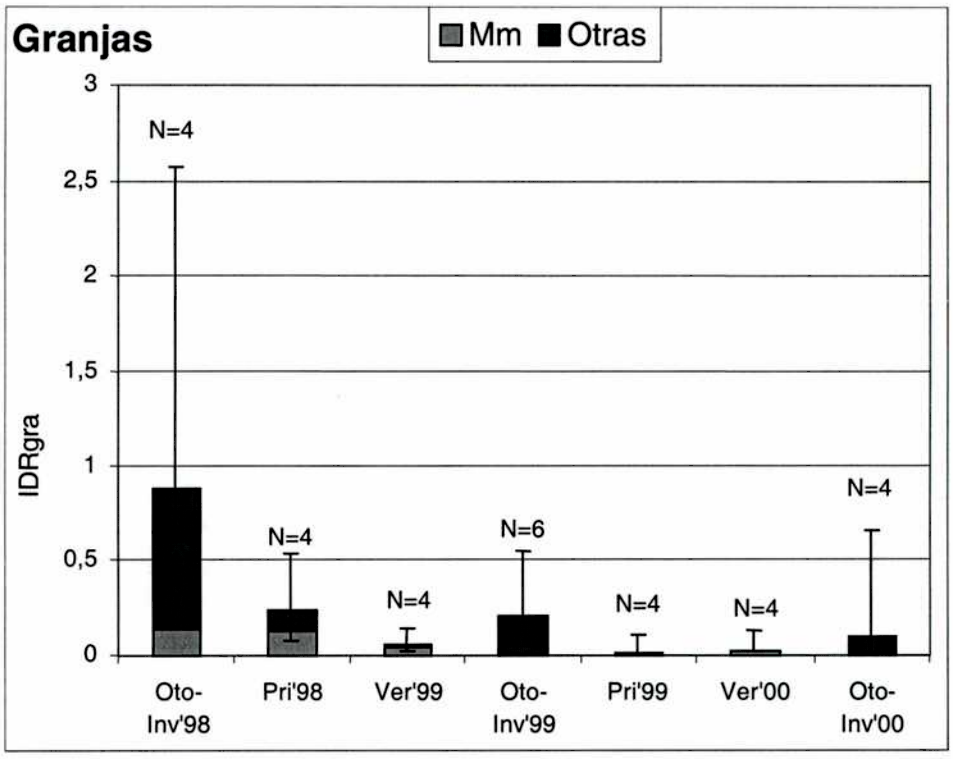
La variación presentada por todas las especies juntas fue el reflejo de la mostrada por el grupo de especies silvestres. En este último caso, las abundancias medianas variaron entre IDR=1,6734 en otioño-invierno de 1998 e IDR=0 en primavera y verano del último año. Acá también, la diferencia de abundancia entre las épocas frías y cálidas fue significativa al 10% (U=70; $Z_{ajustado}$=1,8215; p=0,07), mayor en las épocas frías.

M. musculus, en cambio, presentó un único pico de abundancia, en primavera de 1998 (IDR mediano=0,1644), mientras que la abundancia mediana fue 0 entre el otoño-invierno de 1999 y el otoño-invierno 2000 (Figura 13.Perímetros). No hubo diferencias significativas en las abundancias entre las épocas frías y las cálidas (U=98; $Z_{ajustado}$=0,7849; p=0,43).

INTERFASES. El rango de variación de las abundancias para todas las especies juntas, en las interfases, varió entre 0 y 7,5862 según la granja. En este hábitat se observaron 3 picos en los IDR medianos: el más bajo en otoño-invierno de 1998 (IDR mediano=1,0989), intermedio en otoño-invierno de 1999 (IDR mediano=1,5873) y el más alto en la misma época de 2000 (IDR mediano= 3,9682). En los 2 veranos y en primavera de 1999 tuvieron lugar las mínimas abundancias con IDR mediano=0 (Figura 13.Interfases). La diferencia de abundancia entre las épocas frías y cálidas fue significativa, siendo mayor en las frías (U=14,5; $Z_{ajustado}$=1,9201; p=0,05).

Nuevamente, la variación en el tiempo de la abundancia de todas las especies juntas reflejó la variación de las especies silvestres, ya que *M.musculus* presentó, en este hábitat, IDR mediano=0 en todas las épocas. La diferencias de abundancia entre las épocas frías y cálidas fue significativa para las especies silvestres (U=12,5; $Z_{ajustado}$=2,1395; p=0,03) y no significativa para *M. musculus* (U=28; $Z_{ajustado}$= -0,6162; p=0,54).

Figura 13: Variación de las abundancias de todas las especies de pequeños roedores capturadas a lo largo de los 2 años de muestreos (Mm: *M. musculus*; Otras: *A. azarae*, *C. laucha*, *O. flavescens* y *C. musculinus*; IDR= [nº de roedores capturados en el hábitat i / nº de trampas instaladas en el hábitat i x nº de noches] x 100; IDRgra= $\sum$ IDR en el hábitat i x proporción del área ocupada por el hábitat i en la granja; N: número de granjas; Todos los gráficos se construyeron usando las medianas de los IDR de las granjas o los hábitats en cada época; Las barras representan los cuartiles 25% y 75%).



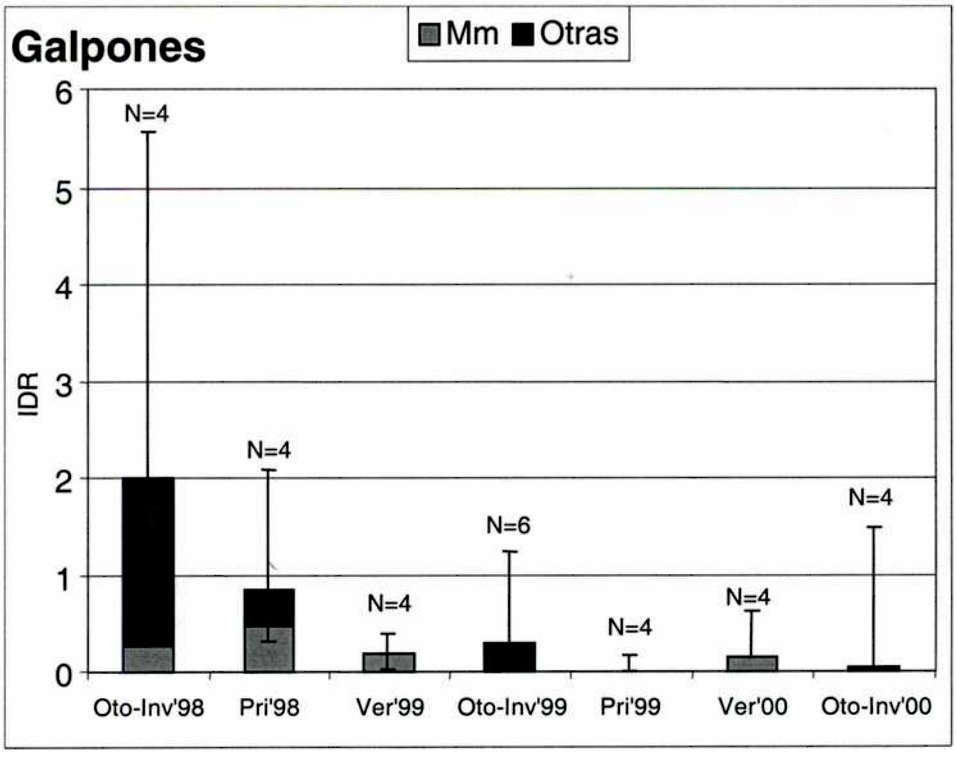
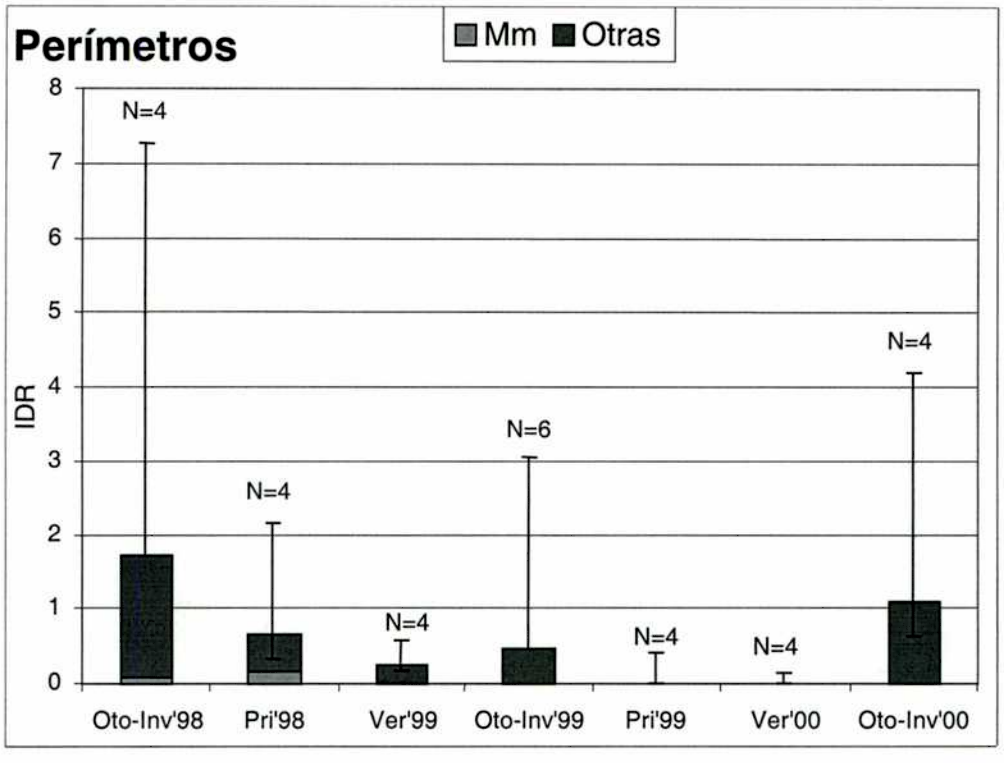
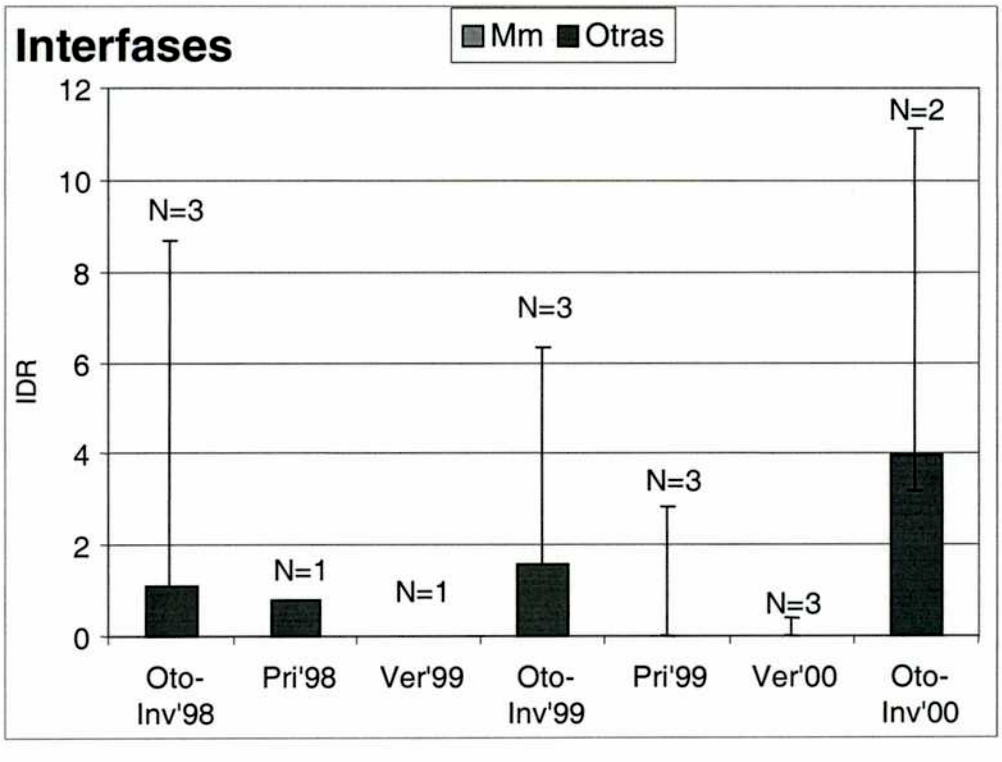


Figura 13 (continuación): Variación de las abundancias de todas las especies de pequeños roedores capturadas a lo largo de los 2 años de muestreos (Mm: *M. musculus*; Otras: *A. azarae*, *C. laucha*, *O. flavescens* y *C. musculinus*; IDR= [nº de roedores capturados en el hábitat i / nº de trampas instaladas en el hábitat i x nº de noches] x 100; IDRgra= $\sum$ IDR en el hábitat i x proporción del área ocupada por el hábitat i en la granja; N: número de granjas; Todos los gráficos se construyeron usando las medianas de los IDR de las granjas o los hábitats en cada época; Las barras representan los cuartiles 25% y 75%).





4. Discusión

Las comunidades de pequeños roedores de las granjas avícolas del partido de Exaltación de la Cruz (Provincia de Buenos Aires) están formada por las mismas especies que conforman las comunidades de pequeños roedores en el sistema campo-borde de esta región: *Akodon azarae*, *Calomys laucha*, *Mus musculus*, *Oligoryzomys flavescens* y *Calomys musculinus*. No se rechaza entonces la hipótesis de que las comunidades de las granjas se desarrollan a partir de la colonización de individuos que provienen del sistema campo-borde vecino. El ingreso se produciría a través de los perímetros, en particular en los tramos enmalezados, que funcionan como corredores conectando a ambos sistemas (Gómez Villafañe *et al.* 2001, Miño *et al.* 2001).

Sin embargo, el sistema campo-borde no sería la única fuente de la cual provienen las especies que se establecen en las granjas. Parece probable que *M. musculus* no sólo se incorpore a partir de las comunidades vecinas, sino que además podría estar ingresando desde algún otro sitio más alejado. Su introducción desde otro lugar explicaría la principal diferencia observada entre las comunidades de las granjas y las del sistema campo-borde. En las primeras *M. musculus* resultó ser la segunda en abundancia, mientras que en el sistema campo-borde es muy poco capturada (Bilenca y Kravetz 1998, Bonaventura *et al.* 1992, Busch y Kravetz 1992a, Cittadino *et al.* 1994, Hodara *et al.* 2000, Kravetz *et al.* 1987, Zuleta *et al.* 1988). En particular, estuvo ausente en muestreos realizados simultáneamente con algunos de este trabajo (otoño-invierno de 1998, primavera de 1998 y otoño-invierno de 1999), en campos de cultivo y sus bordes distanciados entre 1,8 y 15 km de las granjas estudiadas (Miño *et al.* 2001).

Si bien no se descarta que *M. musculus* pueda ingresar desde el sistema campo-borde, parece probable que su principal vía de ingreso sea junto con el alimento balanceado para pollos o con las cáscaras de semillas de lino y girasol con que se cubre el piso de los galpones. En alguna ocasión, el personal de una granja comentó haber visto caer "lauchas" desde los camiones que ingresaban el alimento, en el momento en que se llenaban las tolvas. Esto es consistente con el mecanismo que históricamente ha ayudado a esta especie a expandirse por todo el mundo. Desde tiempos históricos su dispersión ha estado asociada principalmente a la expansión comercial y al traslado de alimento por parte del hombre (ruta de la seda, barcos mercantes y conquistadores, etc.) (Bilenca *et al.* en prensa, Quintanilla *et al.* 1973).

Así, los roedores ingresarían a las granjas avícolas provenientes de 2 fuentes principales: el sistema campo-borde vecino y los depósitos de alimento balanceado ubicados a kilómetros de las granjas. La colonización proveniente del sistema campo-borde sería comparable a la producida en el claro de un bosque a partir de especies presentes en el mismo bosque, mientras que la originada a partir de los depósitos de alimento sería equivalente a la colonización de una isla oceánica con especies que provienen del continente.

Todas las especies capturadas, pero principalmente las silvestres, ingresarían desde los alrededores de las granjas utilizando los perímetros y bordes enmalezados como corredores. Sería una inmigración activa (dependiente del medio de locomoción de los roedores) y el establecimiento se produciría en forma relativamente lenta, a través de individuos dispersores.

La otra forma de ingreso, a partir de los depósitos de alimento balanceado, sería utilizada por *M. musculus*. La introducción se realizaría directamente a los galpones de cría a través de los camiones que descargan el alimento. Se trataría de una inmigración pasiva (no dependiente del medio de locomoción de la especie) con la posibilidad de instalarse en forma relativamente rápida, ya que podrían introducirse animales de cualquier edad, sexo y jerarquía social (incluso hembras preñadas y familias completas).

Dadas las buenas condiciones y disponibilidad de recursos que ofrecen los galpones, si *M. musculus* ingresa directamente a ellos, no sería extraño que se establezca en este hábitat. Esto explicaría la mayor abundancia de esta especie en los galpones con respecto a los perímetros. Por otra parte, se trata de una especie adaptada a vivir cerca del hombre (Bilenca *et al.* en prensa, Quintanilla *et al.* 1973, Rowe 1987, Timm 1987), por lo que debe tolerar relativamente bien los disturbios relacionados con la producción de pollos.

Pero los galpones también deben ser atractivos para los roedores que colonizan desde la periferia. De ser así, una vez que ingresan a través del perímetro deberían desplazarse hacia los galpones de cría. Hay dos formas posibles de llegar a los galpones desde los perímetros: directamente a través de las interfases o atravesando los espacios libres de construcciones.

Ingresar a través de las interfases sería la forma más segura, ya que implica recorrer una menor distancia y tener menor riesgo de ser predado (por aves, perros, gatos, etc.) y de sufrir accidentes (por tránsito vehicular en los caminos internos de las granjas). Las especies silvestres parecen percibir las ventajas de este hábitat, pues todas ellas hicieron uso de él y mostraron allí abundancias relativamente elevadas (Figura 11b).

Es probable que *C. laucha*, que ha sido caracterizada como una especie tolerante a los disturbios y buena colonizadora (de Villafañe *et al.* 1977), prefiera establecerse en los galpones más que en los perímetros. Sin embargo, no resultó más abundante en los galpones. La falta de diferencia en su abundancia entre hábitats puede deberse a que permanentemente haya individuos de esta especie ingresando a las granjas a través del perímetro y las interfases.

En cambio, *A. azarae* no respondió en sus abundancias de acuerdo con los esperado para una especie que prefiere instalarse en los galpones. Siendo competitivamente dominante con respecto a *C. laucha* (Busch y Kravetz 1992b) y a *M. musculus* (Kravetz et al. 1987) sería de esperar que pudiera instalarse en los galpones si los prefiriera. Sin embargo, resultó significativamente más abundante en los perímetros.

Es probable que siendo relativamente sensible a los disturbios (de Villafañe et al. 1977), prefiera establecerse en los perímetros por tratarse de un hábitat más estable que los galpones. Por otra parte, también elige los sitios con cobertura vegetal elevada (Bonaventura *et al.* 1992), algo más frecuente en los perímetros que en los galpones. Esta última preferencia se sostiene en que sus capturas en los galpones ocurrieron en trampas que quedaron ubicadas entre vegetación de más de 20cm de altura y elevado porcentaje de cobertura verde.

Pero a pesar de que *A. azarae* no parece establecerse en los galpones, no se descarta que realice incursiones a ellos para alimentarse. De acuerdo con Miño *et al.* (2001) estas incursiones serían más frecuentes en invierno, cuando la cobertura vegetal verde en los demás hábitats es más escasa y las condiciones de temperatura más rigurosas.

Así, de las 3 especies más abundantes en las granjas, *M. musculus* y *C. laucha* preferirían instalarse en los galpones, mientras que *A. azarae* se establecería en los perímetros. Esto se reflejó en los índices de diversidad de cada hábitat, ya que siendo la riqueza igual en los 3 (5 especies) la diferencia quedó determinada por la equitatividad de especies. De esta manera, los galpones (con dominancia de 2 especies) resultaron significativamente más diversos que los perímetros (donde sólo dominó *A. azarae*).

Es probable que la diferencia en los tratamientos llevados a cabo por los productores de pollos según la granja (distinta constancia en la aplicación de rodenticidas, en el desmalezamiento del perímetro y de la cobertura vegetal de los espacios verdes, estado de los galpones, ubicación de los depósitos de basura, etc.) determinaran la gran amplitud de abundancias registradas entre granjas para una misma estación del año (Figura 13). A pesar de eso, es posible concluir que la segunda predicción planteada para este capítulo (se esperaba mayor abundancia en las épocas frías que en las cálidas) se cumple en las granjas en general, en los perímetros y en las interfases, pero no en los galpones.

La variación de abundancia observada en los galpones no respondería a la descripta para el sistema campo-borde vecino. Esto se debe a que *M. musculus*, una de las 2 especies más abundantes en este hábitat, no responde a dicha variación. La relativa estabilidad en su abundancia se debería a que los mecanismos que la determinan no serían los mismos que los de las abundancias de las especies silvestres. Tampoco serían los mismos que determinan su propia abundancia en el sistema campo-borde, donde también presenta una variación estacional (aunque desplazada con respecto a la de las otras especies) (Crespo *et al.* 1970).

En los galpones, la permanente oferta de recursos y buenas condiciones de temperatura, podrían determinar que *M. musculus* se reproduzca durante todo el año (Rowe *et al.* 1983). Sin embargo, la periódica aplicación de rodenticidas evitaría que su abundancia aumente, manteniéndola más o menos estable en el tiempo.

Las especies silvestres en conjunto, por su parte, resultaron significaticamente más abundantes en las épocas frías que en las cálidas en todos los hábitats. Esto indicaría, a diferencia de lo observado para *M. musculus*, que los mecanismos que determinan sus variaciones de abundancia son los mismos en las granjas y en el sistema campo-borde.

Como conclusión, y en base a las hipótesis planteadas en este capítulo, se puede decir que tras su construcción, las granjas serían colonizadas por especies de pequeños roedores provenientes de 2 fuentes principales:

1. El *sistema campo-borde*, conectado a las granjas a través de los perímetros, por donde penetrarían las especies que se encuentran presentes en el sistema vecino. En el área de estudio, esas especies son principalmente *A. azarae* y *C. laucha*.
2. Los *depósitos de alimento balanceado*, cuya conexión con las granjas se produce a través de los camiones que ingresan el alimento a los galpones. De esta manera ingresaría *M. musculus*.

El ingreso directo a los galpones, sumado a los favorables recursos que ofrece este hábitat, determinarían que *M. musculus* se establezca como residente en los galpones. *C. laucha*, que también preferiría establecerse en los galpones debe atravesar los perímetros para alcanzarlos. En cambio, *A. azarae* parece preferir establecerse en los perímetros, probablemente debido a su mayor estabilidad y cobertura vegetal.

Finalmente, los mecanismos que determinan las variaciones de abundancia de *M. musculus* en las granjas no serían los mismos que daterminan la abundancia de las especies silvestres. Esta últimas parecen estar determinadas por los mismos factores que regulan su abundancia en el sistema campo-borde.

Capítulo V:

Aspectos reproductivos y estructura poblacional

1. Introducción

1.1. ANTECEDENTES GENERALES

Los individuos disponen de recursos limitados que deben asignar a distintas actividades de manera que cuanto más se destina a una actividad menos recursos quedan disponibles para otra. El conjunto de esas actividades influye directa (actividades reproductivas) o indirectamente (actividades no reproductivas que favorecen la supervivencia: crecimiento, mantenimiento, defensa, etc.) sobre el número de descendientes que un individuo dejará finalmente (Law 1979). Este número se maximiza a través de una serie de variables que en conjunto definen la historia de vida: edad de maduración, número de eventos reproductivos, tamaño de camada, tamaño y cuidado de la cría, longevidad, tamaño corporal, duración de la temporada reproductiva, etc.

De acuerdo con Begon (1985), la historia de vida más exitosa será la que maximice el valor reproductivo total, es decir la suma de la asignación reproductiva actual, y la fecundidad y supervivencia futuras (valor reproductivo residual). Pero ese balance no es el mismo en todos los ambientes, sino que depende de la importancia relativa de cada una de las actividades (reproductivas y no reproductivas) en un dado hábitat. Todo esto lo plantea dentro del marco evolutivo de selección natural, teniendo en cuenta que a pesar de que algunas características se fijan en el genotipo, existe una cierta plasticidad que está determinada por la interacción del individuo con el ambiente.

En este sentido, Stearns (1995) considera que las distintas estrategias de las historias de vida responden a factores próximos (ambientales: temperatura, fotoperíodo, disponibilidad de alimento) a través de mecanismos fisiológicos flexibles (edad de madurez, número y tamaño de las crías, etc.) que pueden ajustarse a condiciones locales particulares. Sin embargo, esa flexibilidad se encuentra limitada por factores últimos (presiones de selección que dan forma al patrón reproductivo óptimo actuando a través de la demografía y la genética). En el caso del tamaño y la edad de madurez, por ejemplo, el autor observó que puede haber diferencias dentro de una misma especie tanto entre poblaciones como entre individuos de una misma población. Estas diferencias se deben a la rapidez con que responden a los efectos ambientales a través de un balance entre los costos y beneficios que influyen sobre el fitness.

Begon *et al.* (1988) resaltan la necesidad de buscar esquemas generales que permitan agrupar, clasificar y comparar las distintas historias de vida de los organismos. Para eso, sostienen que el primer

paso lo constituye la descripción de dichas historias de vida para luego buscar las correlaciones entre ellas y las características de los hábitats. Durante la década del '70, numerosos autores han clasificado a los organismos de acuerdo con sus historias de vida como r o K estrategas, basándose en los conceptos de selección r y K propuestos por Mc Arthur y Wilson (1967) y desarrollados por Pianka (1970). Dicha teoría considera un gradiente de estrategias en cuyos extremos se ubican los organismos r estrategas (aquellos que fueron seleccionados por su capacidad de reproducirse rápidamente) y K estrategas (los seleccionados por su éxito en el aporte proporcional cuando la población se encuentra en su capacidad de carga). Estos conceptos llevaron a otros autores a proponer distintas clasificaciones para los hábitats, que permitieran predecir las distintas estrategias de vida que en ellos se podrían desarrollar.

Southwood (1977) sugirió 2 clasificaciones que pueden combinarse: según el tiempo, consideró que los hábitats pueden ser *constantes* (permanentemente favorables o desfavorables), *estacionales* (con alternancia regular de períodos favorables y desfavorables), *impredecibles* (con alternancia irregular de períodos favorables y desfavorables) o *efímeros* (con un período favorable extremadamente breve). En el espacio los clasificó teniendo en cuenta el área que un organismo puede abarcar en su máxima dispersión como: *continuos* (el área es totalmente favorable), *en mosaico* (con al menos 2 áreas favorables y otras desfavorables intercaladas) o *aislados* (un área favorable rodeada de un área desfavorable). De acuerdo con esta clasificación, un hábitat impredecible favorecería el desarrollo de individuos r estrategas, por lo que sería de esperar encontrar individuos pequeños, de vida corta y maduración temprana, semélparos y que inviertan poco en cuidar a la cría. Por el contrario, un hábitat constante o estacional permitiría el desarrollo de individuos K estrategas. En ellos es probable encontrar organismos de gran tamaño y vida prolongada, buenos competidores, con reproducción retardada y continua, y mayores cuidados de la cría.

Grime (1979) desarrolló una clasificación de hábitats basándose en las historias de vida de los vegetales, pero que puede extenderse a otros organismos. Consideró que los hábitats pueden variar según dos variables: nivel de perturbación (patógenos, desastres ambientales, destrucción antrópica, etc.) y nivel de recursos y condiciones. Los casos extremos darían como resultado: hábitats raramente perturbados y con recursos abundantes que sostendrían poblaciones densas donde se favorecería una *estrategia competitiva*, hábitats con escasez de recursos y perturbaciones poco frecuentes que favorecerían una *estrategia tolerante*, y hábitats con altos niveles de perturbación pero con condiciones benignas y recursos abundantes que sostendrían una *estrategia ruderal* consistente en invertir menos en crecer y más en reproducirse tempranamente.

Begon (1985), por su parte, clasificó a los hábitats en términos del valor reproductivo residual (VRR) como: *hábitats beneficiosos para el tamaño* (en los que el VRR de los individuos establecidos aumenta rápidamente con el tamaño del individuo), *hábitats neutros o perjudiciales para el tamaño* (en los que el VRR de los individuos establecidos es poco afectado o disminuye con el tamaño del individuo), *hábitats beneficiosos para el tamaño de la descendencia* (donde el VRR aumenta con el tamaño de

la descendencia) y *hábitats neutros o perjudiciales para el tamaño de la descendencia* (donde el VRR es poco afectado o disminuye con el tamaño de la descendencia). En esta clasificación, los hábitats beneficiosos favorecerían a los individuos de mayor tamaño, buenos competidores y con mayores probabilidades de sobrevivir, mientras que los hábitats neutros o perjudiciales favorecerían a los organismos que dejan numerosos descendientes a edades tempranas.

Sibly y Calow (1985) propusieron otra clasificación basada en las tasas de supervivencia (S) y de crecimiento de la descendencia (G). Con estos parámetros construyeron un esquema bidimensional donde se ubican los distintos hábitats. Así, los 4 hábitats extremos para este continuo son los que permiten *alto G-alto S* (en los cuales la estrategia más exitosa consiste en tener elevada fecundidad y esfuerzo reproductivo, pero crías pequeñas), *bajo G-bajo S* (la mejor estrategia es baja fecundidad y esfuerzo reproductivo, pero crías grandes), *alto G-bajo S* (la mejor estrategia es fecundidad intermedia, bajo esfuerzo reproductivo y crías pequeñas) y *bajo G-alto S* (la mejor estrategia es fecundidad intermedia, alto esfuerzo reproductivo y crías grandes).

En las granjas se pueden distinguir distintos hábitats (galpones de pollos, sector destinado a la vivienda humana, espacio libre de construcciones y perímetro), algunos favorables y otros desfavorables para las distintas especies de roedores. En general, debido a la existencia de 4 estaciones bien diferenciadas, los períodos favorables (cálidos o templados y con vegetación más abundante) alternan regularmente con los desfavorables (fríos y con vegetación escasa). Pero en los galpones de pollos, la alternancia de períodos favorables y desfavorables es distinta, ya que depende más de la presencia y ausencia de pollos que de las estaciones anuales. En presencia de pollos (períodos favorables) los galpones ofrecen temperatura controlada, alimento balanceado y agua *ad libitum*, mientras que cuando faltan los pollos la disponibilidad de alimento disminuye y las condiciones de temperatura no son controladas (aunque por tratarse de lugares cerrados resultan más moderadas que en el exterior). Como refugio frente a los predadores, los galpones se mantienen estables en el tiempo. Así, aplicando la clasificación de hábitats de Southwood (1977), las granjas pueden describirse como ambientes en mosaico y estacionales.

Sin embargo, en las granjas existe también un fuerte factor de mortalidad que actúa sin discriminar entre edades (a partir del destete): la aplicación periódica de rodenticidas. Éstos son colocados en los galpones generalmente cuando se encuentran vacíos de pollos. Así, de todas las clasificaciones de hábitat mencionadas, es la de Grime (1979) la que mejor describiría a las granjas desde el punto de vista de los roedores. De acuerdo con ella, la estrategia de vida que se vería favorecida es la ruderal. Pero si bien este autor se refiere a las estrategias de las especies, otros remarcan que las presiones ambientales pueden producir corrimientos en los mecanismos fisiológicos a nivel poblacional (Law 1979, Stearns 1995).

En el caso de ambientes con una elevada tasa de mortalidad, se favorecería la maximización del número de eventos reproductivos desde una edad temprana. Los beneficios de reproducirse temprana-

mente consisten en tener generaciones cortas que permitan sobrevivir hasta la edad de madurez, mientras que los beneficios de retrasarla residen en disponer de más tiempo para crecer y por lo tanto de llegar a la primera reproducción con un mayor tamaño corporal que permita una mayor fecundidad y menor tasa de mortalidad juvenil instantánea, debida al mayor cuidado parental. Así, aunque controladas genéticamente, las historias de vida son modeladas por la presión de selección que les impone el ambiente (Law 1979).

En los agroecosistemas pampeanos, por ser heterogéneos en cuanto a la disposición espacial y temporal de recursos, las especies de roedores se verían favorecidas con el desarrollo de una estrategia de historia de vida plástica (Suárez 1996). En las granjas, esa estrategia se manifestaría con una madurez temprana que les permita dejar descendientes antes de morir debido a la acción de los rodenticidas. Asimismo, la disponibilidad de recursos permitiría la no interrupción de la reproducción debida a restricciones energéticas.

1.2. Características reproductivas de los roedores estudiados

Como se mencionó en el primer capítulo, las especies de pequeños roedores más frecuentes en los agroecosistemas del Partido de Exaltación de la Cruz son *Akodon azarae*, *Calomys laucha*, *C. musculinus*, *Oligoryzomys flavescens* y *Mus musculus*. de Villafañe *et al.* (1977) propusieron que *A. azarae* presenta características de historias de vida que se corresponden más con un tipo de estrategia de vida K al ser comparada con las especies de *Calomys* y *M. musculus*, que serían más r estrategas. Esta propuesta la basaron en la observación de que *A. azarae* presenta un comportamiento dominante y prefiere ambientes más estables (bordes y pastizales), mientras que *Calomys* y *Mus* son más frecuentes en los ambientes más expuestos a los disturbios antrópicos (campos de cultivo y peridomicilio).

Desde el punto de vista reproductivo, las especies silvestres mencionadas han sido descriptas como de ciclo de vida anual con generaciones superpuestas, que muestran períodos reproductivos relativamente largos (7 a 9 meses). Sin embargo, el comienzo y finalización de la estación reproductiva no ocurre todos los años en el mismo momento, sino que varían entre septiembre-octubre y abril-mayo respectivamente. Estas variaciones pueden ocurrir en una misma especie dependiendo de la disponibilidad de recursos, que a su vez es afectada por las condiciones climáticas (Busch y Kravetz 1992a, Crespo 1966, de Villafañe *et al.* 1973, de Villafañe y Bonaventura 1987, Mills *et al.* 1992b, Zuleta *et al.* 1988). Con respecto al número de embriones por camada, también resulta una característica plástica, pues en la misma especie puede variar entre 4 y 8 (Crespo *et al.* 1970, Quintanilla *et al.* 1973) dependiendo de variables como la época del año (Suárez 1996) o la latitud (Bilenca *et al.* 1994).

En el caso particular de *A. azarae* se ha observado que las hembras producen camadas de distinto tamaño e invierten más o menos tiempo en sus cuidados de acuerdo con la historia de vida materna y la época del año, relacionada directamente con las condiciones ambientales (Suárez 1996). Al comienzo de la temporada reproductiva las hembras sobreinvernantes, probablemente en su único evento reproductivo, producen camadas numerosas y crías pequeñas pero invierten mucho tiempo en sus cuidados, lo cual conduce a crías de gran tamaño y alta supervivencia al destete. En verano tanto el tamaño de las camadas como los cuidados disminuyen, mientras que en otoño las camadas son poco numerosas pero los cuidados aumentan, favoreciendo el tamaño de la cría al destete, lo cual constituye la mejor estrategia para que esas crías puedan sobrevivir al invierno.

En cuanto a los recursos, estudios de adición de alimento y de refugio demostraron que *A. azarae* puede prolongar la duración de la estación reproductiva, aumentar la proporción de preñeces, aumentar la masa y longitud corporal y su supervivencia si encuentra cantidades suficientes de recursos (Cittadino *et al.* 1994, Hodara *et al.* 2000, Sánchez López 1998). En los mismos estudios, en cambio, *C. laucha* no mostró cambios frente a los suplementos. Los autores lo relacionaron con la subordinación de esta especie frente a *A. azarae*, que no le habría permitido hacer uso de los recursos adicionados. En el caso particular del refugio, Hodara *et al.* (2000) también lo relacionaron con la estrategia de *C. laucha* de entrar en torpor durante el período invernal para evitar el costo que implica la termorregulación.

M. musculus, por su parte, constituye una especie muy estudiada en cautiverio donde muestra reproducción continua a lo largo de todo el año. En la naturaleza, sin embargo, sus hábitos reproductivos son complejos. En una misma zona se ha observado que según el año puede presentar continuidad en su reproducción o una interrupción invernal. A raiz de ello, Lidicker (1966) expresó que esta especie podría reproducise la mayor parte del año, aunque su mayor actividad reproductiva recaiga en las épocas cálidas. Rowe *et al.* (1983) observaron que en ambientes cerrados como silos o galpones, con condiciones y disponibilidad de recursos relativamente constantes, suele presentar actividad reproductiva continua a lo largo del año.

En nuestro país, Kitzberger (1987) observó un cese de la actividad reproductiva entre fines de junio y fines de agosto en poblaciones de *M. musculus* presentes en los cañaverales ubicados sobre el río Uruguay, en la Provincia de Corrientes. En el norte de la provincia de Buenos Aires y sur de Santa Fe, Mills *et al.* (1992b) registraron para la misma especie una estación reproductiva de 8 meses, valor intermedio respecto de otras especies de roedores silvestres capturadas en ese mismo estudio. En galpones de 2 granjas avícolas, Valenzuela (2001) observó reproducción continua a lo largo de todo el año.

En cuanto a los parámetros reproductivos, el número de embriones por camada descripto para *M. musculus* varía entre 3 y 12, con un promedio de entre 5 y 6. El período de gestación fluctúa entre 19 y 21 días, aunque puede prolongarse si la hembra se encuentra amamantando una camada previa. La madurez sexual la alcanza entre los 30 y los 45 días, y puede tener entre 5 y 10 gestaciones al año (con un

promedio de 8). En la naturaleza tiene una esperanza de vida de entre 9 y 12 meses, que en cautividad pueden extenderse a 24 (Bilenca *et al.* en prensa, Quintanilla *et al.* 1973).

1.3. Objetivo general

El objetivo general de este capítulo es analizar aspectos reproductivos de las distintas especies de pequeños roedores presentes en las granjas avícolas del partido de Exaltación de la Cruz.

1.4. Hipótesis

En base a lo desarrollado en la introducción se espera que las poblaciones de roedores presentes en las granjas avícolas muestren un período reproductivo más prolongado y una edad de maduración más temprana que lo descripto para las mismas especies en el sistema campo-borde.

1.5. Predicciones

De acuerdo con la hipótesis planteada se predice que:

- Se detectarán individuos menores de 30 días de edad, hembras preñadas y/o machos con testículos escrotales durante los meses invernales, en las especies de pequeños roedores capturadas en las granjas.

  Las especies de pequeños roedores capturadas en las granjas presentarán machos escrotales y hembras con vagina abierta a edades más tempranas que lo detectado en el sistema campo-borde.

1.6. Objetivos de trabajo

Para cumplir con el objetivo general y poner a prueba la hipótesis planteada se proponen los siguientes objetivos de trabajo:

- Evaluar la actividad reproductiva a lo largo del año, para todas las especies presentes en las granjas en general y por hábitat.

Determinar la estructura etaria y comparar la distribución de individuos según las clases de edades, para todas las especies según la época del año y el hábitat.

Determinar la proporción de sexos para todas las especies en las distintas épocas y para las diferentas clases de edades, en las granjas y sus 3 hábitats.

2. Materiales y métodos

2.1. Recolección de las muestras

Los datos utilizados en este capítulo provienen de los animales capturados en el trabajo de campo descripto en *III.2*. Sin embargo, se han agregado también datos provenientes de capturas ocurridas en las mismas trampas, al quedar éstas instaladas por más de 3 semanas en determinados muestreos. La prolongación del período de permanencia de las trampas en dichos muestreos se debió a 2 situaciones: una fue el diseño del muestreo preliminar, que incluyó el funcionamiento de trampas durante 4 semanas, la otra, se debió a que lluvias u otros factores imprevistos imposibilitaron el levantamiento de las trampas en el tiempo convenido. La decisión de incluir a estos animales en esta segunda parte se tomó con el fin de aumentar el tamaño de la muestra.

Al igual que se describió en *III.2*, para todos los animales capturados se registró la especie, la fecha, la granja y la ubicación dentro de la granja. Finalmente, fueron fijados en formaldehído 10%.

2.2. Trabajo en laboratorio

Todos los animales fijados en el campo fueron posteriormente procesados en laboratorio. Primeramente se los midió (largo total y largo de la cola, en milímetros). Luego se comprobó el sexo y la condición reproductiva. Se procedió entonces a extraer los aparatos reproductivos, que fueron preservados en formaldehído 10%. Finalmente se extrajeron los cristalinos, que inmediatamente fueron limpiados y colocados en estufa para ser secados.

En una planilla y para cada ejemplar, se anotaron los datos de campo (fecha y ubicación de la captura, granja y especie), más los nuevos datos obtenidos durante el procesamiento de los animales (sexo, condición reproductiva y las 2 mediciones mencionadas).

2.3. Procesamiento de los cristalinos

De acuerdo con la técnica descripta por Lord (1959) y Rowe *et al.* (1985), todos los cristalinos permanecieron en formaldehído 10% para su fijación al menos durante un mes. Posteriormente fueron limpiados y secados en estufa a 60° durante 4 días.

El tiempo de permanencia de los cristalinos en la estufa, se estableció en base a las pesadas preliminares de 11 pares de cristalinos. Éstos fueron pesados diariamente hasta que su peso se mantuvo constante, lo cual sucedió a los 4 días.

Una vez sacados de la estufa, los cristalinos fueron inmediatamente pesados (para evitar su hidratación) con un error de 0,1mg.

2.4. Estimación de la edad

La estimación de la edad de cada individuo se realizó de diferentes maneras según la especie. Sin embargo, siempre que fue posible se prefirió utilizar el peso seco de los cristalinos debido a que han demostrado tener crecimiento continuo en muchas especies de roedores (Carreno *et al.* 1990, Kravetz *et al.* 1981a, Lord 1959, Rowe *et al.* 1985). El crecimiento continuo de los cristalinos se debe a que no se ven afectados por el estado nutricional de los individuos, ni por las condiciones cambiantes del ambiente (Kravetz *et al.* 1981a, Lord 1959).

2.4.1. Akodon azarae

La edad fue estimada utilizando el criterio del tamaño corporal, por no disponerse de una ecuación que permitiera aplicar el criterio del peso seco de los cristalinos.

Para la estimación del tamaño corporal se utilizó la longitud cabeza-cuerpo (CC). La misma se calculó a través de la diferencia entre dos medidas corporales: longitud total del cuerpo (LT) y longitud de la cola (C), según la siguiente ecuación:

$CC=LT-C$, todo en mm.

Zuleta (1989) realizó para esta especie un análisis de regresiones entre el tamaño corporal y la edad estimada a partir del grado de desgaste de los molares, en animales capturados en el sistema campo-borde entre los meses de octubre y abril y propuso las siguientes ecuaciones como las de mejor ajuste:

para machos: *Edad (en meses)=(CC-76,916) / 3,221* y

para hembras: *Edad (en meses)=(CC-70,261) / 4,476.*

El autor aclara que a partir de mayo registró una disminución acelerada en el crecimiento de los animales. Por este motivo, las edades estimadas para el invierno serán analizadas teniendo en cuenta que pueden estar subestimadas.

Finalmente, las edades fueron agrupadas en 5 clases utilizando la siguiente escala elaborada por el mismo autor:

Clase	Edad (en meses)
I	≤1
II	2 - 3
III	4 - 5
IV	6 - 7
V	≥8

2.4.2. *Calomys laucha*

La edad fue estimada a partir del peso seco de los cristalinos. Para ambos sexos se utilizó la siguiente ecuación desarrollada por Kravetz *et al.* (1981a) en animales criados en laboratorio:

Edad (en días)=85,17 / ln(9/c) - 27,37,

donde *c* es el promedio de los pesos secos de ambos cristalinos, en miligramos.

Los autores señalan que la ecuación puede ser utilizada confiadamente hasta los 150 días de edad.

De acuerdo con Kravetz *et al.* (1981b), las edades estimadas se agruparon en clases formadas por intervalos iguales de 30 días. Los individuos que superaron los 150 días de vida fueron agrupados en la última clase. El esquema resultante fue el siguiente:

Clase	Edad (en días)
I	≤30
II	31 - 60
III	61 - 90
IV	91 - 120
V	121 - 150
VI	≥151

2.4.3. *Mus musculus*

Para esta especie se aplicaron las siguientes ecuaciones, desarrolladas por Rowe *et al.* (1985) para animales nacidos en cautiverio a partir de padres capturados en construcciones rurales:

Para machos: $Edad\ (en\ días) = 10^{1,019+0,175(spc)} - 20\ días$ y

para hembras: $Edad\ (en\ días) = 10^{1,004+0,182(spc)} - 20\ días.$

En ambas, *spc* es la suma del peso seco de ambos cristalinos, en miligramos. Los 20 días que se sustraen a la edad corresponden al tiempo medio de gestación en esta especie.

Los autores señalan que estas ecuaciones resultan confiables dentro del rango de 3 a 28 semanas de edad.

De acuerdo con el criterio utilizado por Rowe *et al.* (1985), las edades estimadas fueron agrupadas en las siguientes clases:

Clase	Edad (en semanas)
I	<4
II	4 - <8
III	8 - <16
IV	16 - <28
V	≥28

2.4.4. *Oligoryzomys flavescens*

Las capturas de esta especie fueron distribuidas en 5 clases de edades siguiendo el criterio utilizado por Busch (1988), el cual se basa en medidas del largo total del cuerpo (LT). El esquema es el siguiente:

Clase	LT (en mm)
I	≤165
II	166 - 180
III	181 - 195
IV	196 - 210
V	>210

2.4.5. *Calomys musculinus*

Las capturas fueron agrupadas en clases de edades de acuerdo con el peso seco de los cristalinos, utilizando la siguiente escala aplicada por Mills *et al.* (1992a):

Clase	Edad (en semanas)	Peso seco de los cristalinos (suma de ambos, en mg)	
		Machos	Hembras
I	2 - 5	1,5 - 6,1	1,5 - 5,9
II	6 - 10	6,2 - 8,8	6,0 - 8,0
III	11 - 15	8,9 - 10,6	8,1 - 9,6
IV	≥16	≥10,7	≥9,7

2.5. Proporción de sexos

Para todas las especies se registró el número de individuos machos y el número de individuos hembras para el total de capturas, por clase de edad, por estación del año y por hábitat. No se analizó

mensualmente porque el número de individuos capturado por mes era demasiado bajo y resultaba imposible realizar análisis estadísticos.

Siempre que el tamaño de la muestra lo permitió, se analizaron los desvíos en las proporciones de sexos respecto de la proporción 1:1. Para ello se aplicó la prueba no paramétrica de χ^2.

Debido al bajo número de grados de libertad (g.l.=1), se realizó una corrección a las pruebas estadísticas utilizadas. El tipo de corrección elegido fue el de continuidad por ser el más conservativo (χ^2_c; Sokal y Rohlf 1980).

2.6. Estructura de edades

Para cada especie se describe la estructura etaria en las distintas estaciones del año y en cada hábitat. Cuando el número de capturas lo permitió se analizó estadíticamente la distribución de capturas según el hábitat y la clase etaria. Se aplicó la prueba de χ^2 calculando las frecuencias esperadas a partir de los totales marginales.

2.7. Estimación de la condición reproductiva

2.7.1. En las hembras

Las hembras que nunca han sido fecundadas tienen úteros filiformes y vaginas cerradas, mientras que la mayoría de las que han estado preñadas los tienen engrosados y vaginas abiertas (Rowe *et al.* 1983). Así, la condición reproductiva de las hembras se estimó a partir de observaciones externas e internas. Las primeras consistieron en el registro del estado de la vagina (cerrada, abierta o cerrada-perforada). Las observaciones internas se basaron en características uterinas (útero filiforme [<1mm de acuerdo con Rowe *et al.* (1983)] o egrosado [>1mm] y preñez). En el caso de las hembras preñadas se contabilizaron los embriones presentes en los cuernos uterinos.

Como indicadores de actividad reproductiva se utilizaron el estado de preñez, la presencia de útero engrosado y las vaginas abiertas por considerarse indicadores inequívocos de madurez sexual. No se creyó conveniente usar la información de vagina cerrada como indicadora de inmadurez, ya que la diferenciación entre el estado de inmadura (vagina cerrada) y madura inactiva (vagina cerrada-perforada) resultó dudosa por no tratarse de material fresco, sino conservado.

2.7.2. *En los machos*

El criterio para la clasificación de los machos se basó en la ubicación de sus testículos. Éstos pueden encontrarse en posición escrotal o abdominal. Sin embargo, dicha localización no da información certera de actividad reproductiva ya que mientras que la detección de machos con testículos escrotales indica que esos animales son sexualmente maduros, la posición abdominal señala inmadurez sexual, pero se presenta también en machos maduros durante la época no reproductiva y como producto del estrés (Kravetz *et al.* 1981b). Así, todos los machos inmaduros presentan testículos en posición abdominal, mientras que no todos los maduros tienen testículos escrotales.

2.8. Actividad reproductiva

Para cada especie se analiza la duración de la temporada reproductiva. Para eso se informan los meses en que se capturaron hembras preñadas e individuos pertenecientes a la clase etaria I. Cuando fue posible se calculó la prevalencia bruta de preñez por época mediante el cociente entre el número de hembras preñadas y el número de hembras totales, por 100.

Se realizaron además, histogramas de frecuencia de edades (o clases de edades) que permiten deducir rápidamente los meses en que ocurrieron nacimientos. Para facilitar la lectura de dichos histogramas se optó por agrupar las edades mensualmente, y no en las clases señaladas anteriormente. Eso fue posible en el caso de *A. azarae*, *C. laucha* y *M. musculus* por disponerse de ecuaciones para estimar la edad. En cambio, no pudo llevarse a cabo en *O. flavescens* y *C. musculinus*.

Se informan también, las edades mínimas para las que se observaron hembras preñadas, hembras con úteros engrosados y machos escrotales, así como el número medio de embriones por hembra según la especie.

Por último, se discute la posible utilización de los distintos hábitats en cuanto a la actividad reproductiva.

3. Resultados

3.1. *Akodon azarae*

3.1.1. Proporción de sexos

De un total de 114 individuos, 53 fueron machos y 61, hembras. La proporción de sexos resultante no se apartó significativamente de 1:1 (χ^2_c=0,4298; p<0,5121; Tabla 3).

Según las épocas:

La proporción de sexos no difirió significativamente de 1:1 en invierno (χ^2_c=0,1406; p<0,7077; N=64), primavera (χ^2_c=0,0500; p<0,8231; N=20), ni otoño (χ^2_c=01,7500; p<0,1859; N=28). En verano sólo se capturaron 2 individuos machos (Tabla 3).

Tabla 3: Proporción de capturas de hembras de *Akodon azarae* de acuerdo con la época. (N: tamaño de la muestra; NS: p>0,10 para la misma prueba; -: no se realizó el análisis estadístico).

Época	Proporción de hembras	N	p
Invierno	0,53	64	NS
Primavera	0,45	20	NS
Verano	0,00	2	
Otoño	0,64	28	NS
Total	0,53	114	NS

Según la edad:

La proporción de sexos varió de acuerdo con la clase de edad. Hubo más machos que hembras en la clase I, ambos sexos se equipararon en la clase II y la proporción se tornó a favor de las hembras en las siguientes clases (III, IV y V). Sin embargo, en ningún caso la diferencia resultó estadísticamente significativa (clase I: χ^2_c=0,9412; p<0,3320; N=17; clase II: χ^2_c=0,0000; p=1,0000; N=39; clase III: χ^2_c=0,6250; p<0,4292; N=40; clase IV: χ^2_c=0,7500; p<0,3865; N=12). La proporción de sexos en la clase V no pudo ser analizada por no haberse capturado suficientes animales (Tabla 4).

TABLA 4: Proporción de capturas de hembras de *Akodon azarae* de acuerdo con la clase de edad, estimada a partir del tamaño corporal. (N: tamaño de la muestra; NS: p>0,10 para la prueba de χ^2; -: no se realizó el análisis estadístico).

Clases de edad	Proporción de hembras	N	p
V	0,83	6	
IV	0,67	12	NS
III	0,57	40	NS
II	0,49	39	NS
I	0,35	17	NS

Según el hábitat:

La proporción de sexos observada en los galpones fue de 2,8:1, con más machos que hembras. Esta diferencia resultó significativa al 10% (χ^2_c=3,3684; p<0,0665; N=19). En cambio, tanto en los perímetros como en las interfases se capturaron más hembras que machos, aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa en ninguno de los dos hábitats (perímetros: χ^2_c=1,5125; p<0,2188; N=80; interfases: χ^2_c=0,2667; p<0,6056; N=15; tabla 5).

TABLA 5: Proporción de capturas de hembras de *Akodon azarae* según el hábitat. (N: tamaño de la muestra; *: p<0,10 para la prueba de χ^2; NS: p>0,10 para la misma prueba).

Hábitat	Proporción de hembras	N	p
Galpones	0,26	19	*
Perímetros	0,57	80	NS
Interfases	0,60	15	NS

3.1.2. ESTRUCTURA DE EDADES

Según las épocas:

Tanto en otoño como en invierno se capturaron individuos de todas las clases de edades. Sin embargo, mientras que en otoño las clases más capturadas fueron las tres primeras, en invierno hubo un corrimiento hacia las clases II, III y IV, siendo la II la más numerosa. En primavera la clase más numerosa fue también la II, pero no se capturaron invividuos de clases I, IV y V y en verano hubo my pocas capturas en general (Tabla 6).

Tabla 6: Distribución de capturas de *Akodon azarae* según la época del año y la clase de edad, estimada a partir del tamaño corporal

	Clase				
Época	I	II	III	IV	V
Invierno	6	24	17	10	5
Primavera	0	16	4	0	0
Verano	1	0	0	1	0
Otoño	10	9	9	1	1

Según el hábitat:

Para poder aplicar la prueba estadística, las clases de edades fueron agrupadas de la siguiente manera: I con II, III y IV con V. La distribución de capturas de las distintas clases de edades según el hábitats difirió estadísticamente de lo esperado (χ^2=7,8204; g.l.=4; p<0,10; N=114). Las diferencias estuvieron dadas por las elevadas capturas de las clases I y II en los perímetros (p<0,005) y IV y V en los galpones (p<0,10; tabla 7).

Tabla 7: Distribución de capturas de *Akodon azarae* según los hábitats y la clase de edad, estimadas a partir del tamaño corporal. (*: p<0,10 para la prueba de χ^2, **: p<0,005 para la misma prueba; entre paréntesis se indican los valores esperados).

	Clase		
Hábitat	I y II	III	IV y V
Galpones	5 (9,33)	8 (6,67)	6* (3,00)
Perímetros	45** (39,30)	26 (28,07)	9 (12,63)
Interfases	6 (7,37)	6 (5,26)	3 (2,37)

3.1.3. Actividad reproductiva

La única hembra preñada se capturó en octubre de 1998. Se le estimó una edad de 4 meses y se le contabilizaron 6 embriones. Se capturaron también 6 hembras que presentaban sus cuernos uterinos engrosados (>1mm). Todas ellas tenían más de 3 meses de vida. Entre las hembras con vagina abierta, a la más joven se le estimó una edad de 2 meses. Con respecto a los machos, a todos los que presentaron

sus testículos en posición escrotal se les estimó una edad superior al mes y medio de vida. Se capturó al menos un macho escrotal en los meses de enero, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y diciembre (Figura 14).

Otro indicio de actividad reproductiva lo constituye el mes de nacimiento estimado para todos los individuos capturados. Esos meses se detallan a continuación.

Duración de la estación reproductiva:

De acuerdo con las estructuras de edades estimadas para cada mes de capturas (Figura 14), se detectaron los siguientes meses reproductivos:

En julio de 1998 se encontraron representadas todas las clases de edades (Figura 14), lo cual indica que debieron producirse nacimientos en forma continua desde octubre de 1997 hasta junio de 1998. Dado que la gestación en esta especie fue estimada en 24,5 días (de Villafañe 1981), se podría suponer que las cópulas se sucedieron desde septiembre de 1997. Por otra parte, las capturas de individuos de entre 2 y 3 meses en octubre de 1998 estarían indicando que se produjeron nacimientos en julio, mientras que las de diciembre señalarían nacimientos producidos en agosto y septiembre.

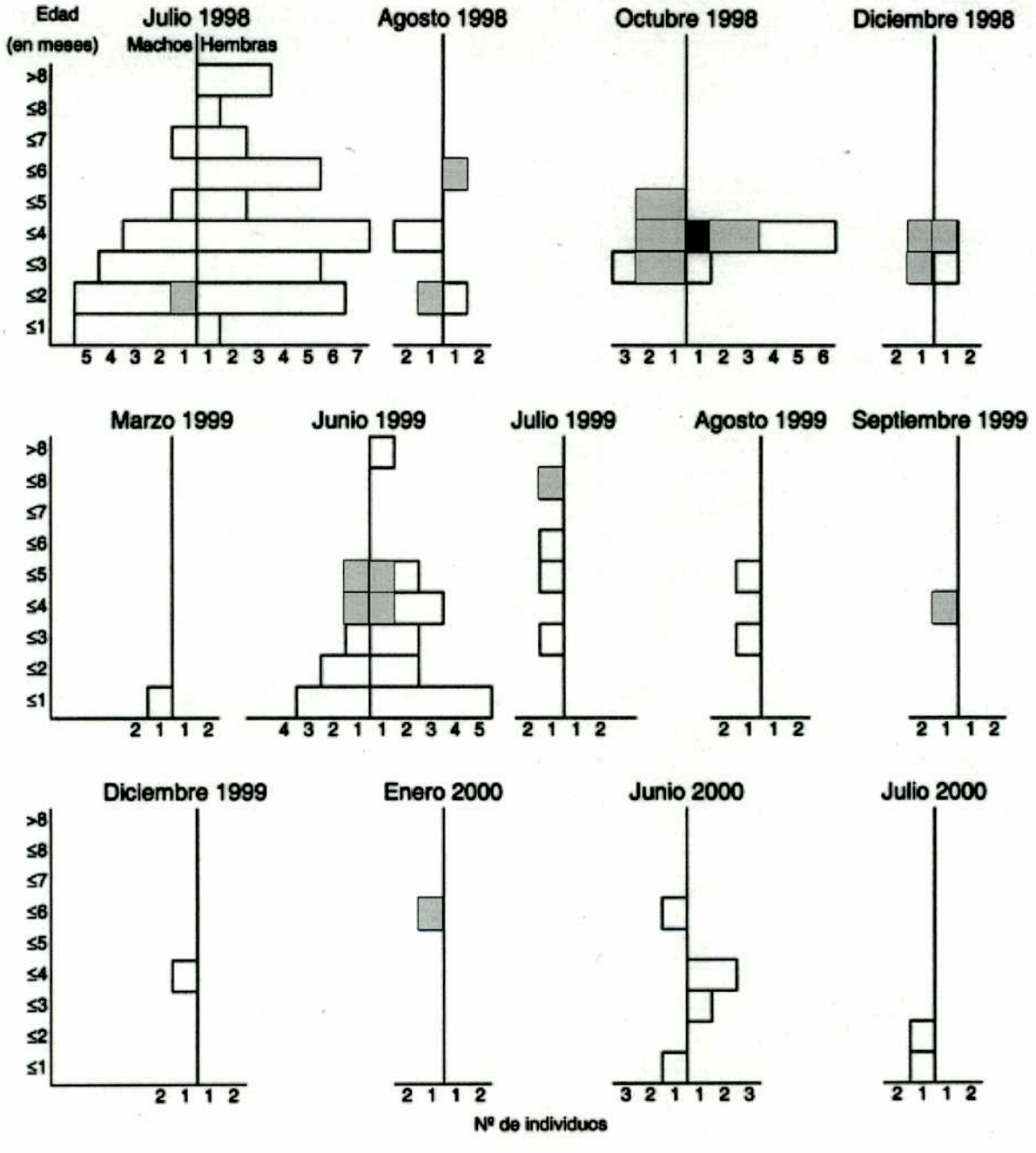
En octubre de 1998 se capturaron dos hembras con úteros engrosados a las que se les estimó junio como mes de nacimiento. de Villafañe (1981) observó que la edad mediana para la primera preñez en hembras de esta especie criadas en laboratorio era de 75,3 días (aproximadamente 2 meses y medio). Por tal motivo, es probable que los úteros engrosados de las 2 hembras mencionadas indicaran preñeces ocurridas no antes del mes de septiembre. Sumando a ésto la presencia en octubre de una hembra preñada, se puede pensar que la temporada reproductiva pudo haber comenzado en septiembre.

Por otra parte, las estructuras etarias observadas en marzo, junio y julio de 1999 (Figura 14) señalan que debieron ocurrir nacimientos desde noviembre hasta mayo. Pero además, en junio de 1999 se capturaron dos machos con testículos escrotales y en diciembre de 1999 y enero de 2000 se capturaron individuos que habrían nacido en agosto y julio, respectivamente (Figura 14).

Posteriormente, no hay datos que señalen nacimientos hasta las estructuras etarias de junio y julio de 2000 (Figura 14). En ellas se aprecian individuos que deben haber nacido entre diciembre de 1999 y junio de 2000, a pertir de cópulas ocurridas entre noviembre y mayo, por lo menos.

Así, la estimación de los meses de nacimiento de todos los individuos capturados indicaría que se habrían producido nacimientos todos los meses entre octubre de 1997 y junio de 2000, con excepción junio de 1999. En este mes, sin embargo, se capturaron 2 machos escrotales.

Figura 14: Histogramas de frecuencia de edades para machos y hembras de *Akodon azarae* **en granjas** avícolas. Las edades fueron estimadas a partir del tamaño corporal (Zuleta 1989). Se señalan los individuos con signos de actividad reproductiva: hembras preñadas con barras negras; machos escrotales y hembras con útero engrosado con barras grises.



Actividad reproductiva según los hábitats:

En los galpones no se capturaron hembras preñadas, hembras con úteros engrosados, ni individuos menores de 60 días. La mínima edad estimada para los machos capturados en este hábitat fue de 2 meses

y la máxima de 7, mientras que para la hembras la mínima fue de 4 meses y medio y la máxima de 6. Todas las capturas de hembras en los galpones ocurrieron en invierno (Figura 15).

En los perímetros se capturaron individuos menores de 1 mes de vida, una hembra preñada y 4 hembras con úteros engrosados. Hubo hembras pertenecientes a todas las edades consideradas (a la más vieja se le estimó una edad de 11 meses) y machos de hasta 7 meses (Figura 16).

En las interfases no se capturaron hembras preñadas, pero sí 2 con úteros engrosados y un macho de menos de 1 mes de edad. Las hembras estuvieron representadas a partir del primer mes de vida y hasta los 8 meses y medio, mientras que los machos estuvieron presentes sólo hasta los 4 meses (Figura 17).

Figura 15: Histogramas de frecuencia de edades para machos y hembras de *Akodon azarae* **en galpones** de cría de pollos. Las edades fueron estimadas a partir del tamaño corporal (Zuleta 1989). Se señalan con barras grises los machos escrotales (reproductivamente activos). No se capturaron hembras con signos de actividad reproductiva (preñadas o con útero engrosado).

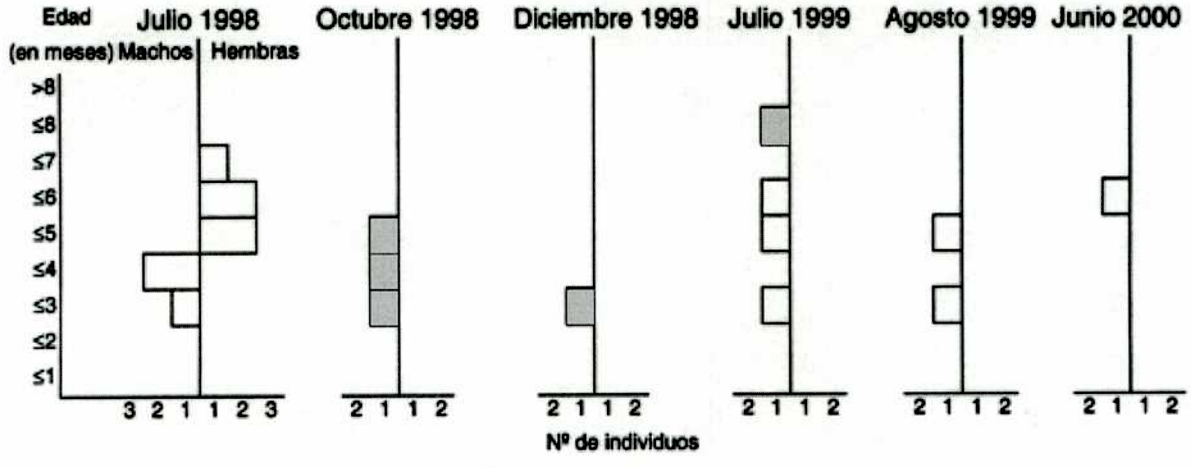


Figura 16: Histogramas de frecuencia de edades para machos y hembras de *Akodon azarae* **en los perímetros** de granjas. Las edades fueron estimadas a partir del tamaño corporal (Zuleta 1989). Se señalan los individuos con signos de actividad reproductiva: hembras preñadas con barras negras; machos escrotales y hembras con útero engrosado con barras grises.

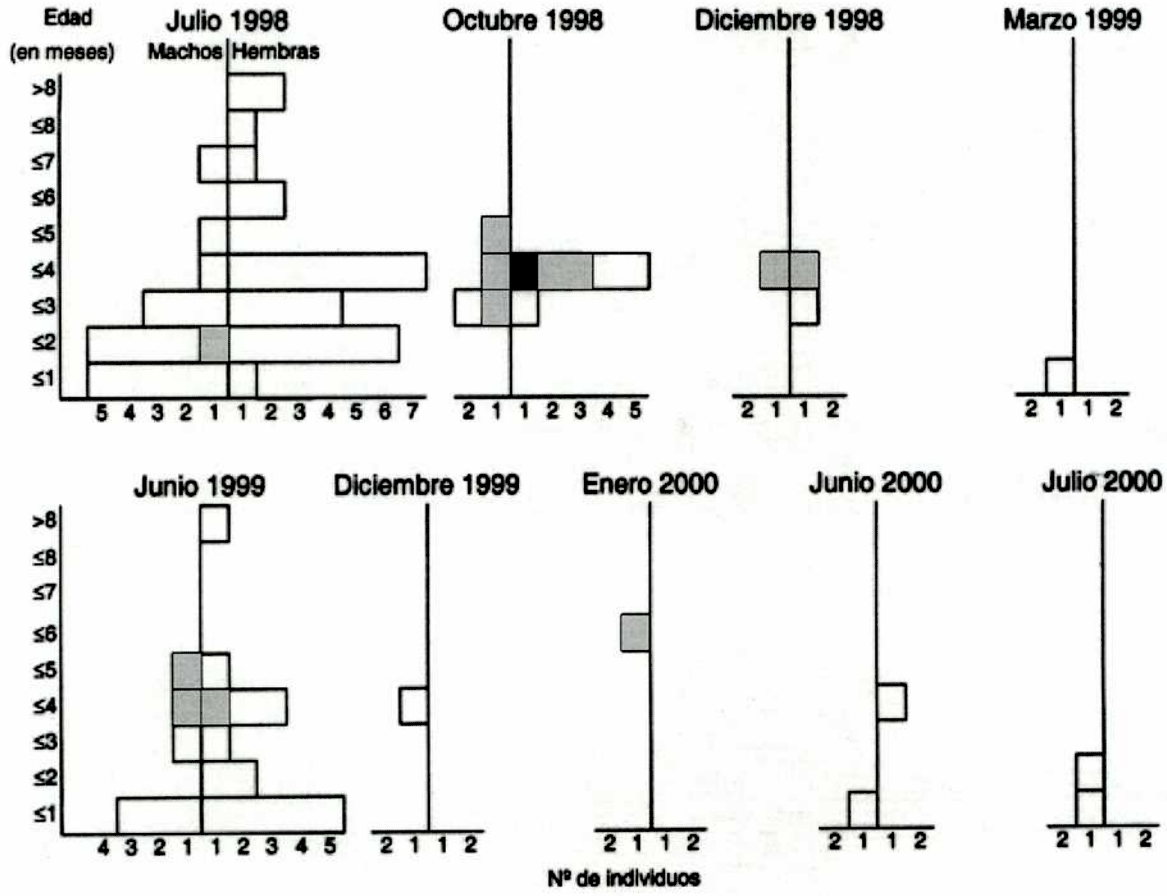
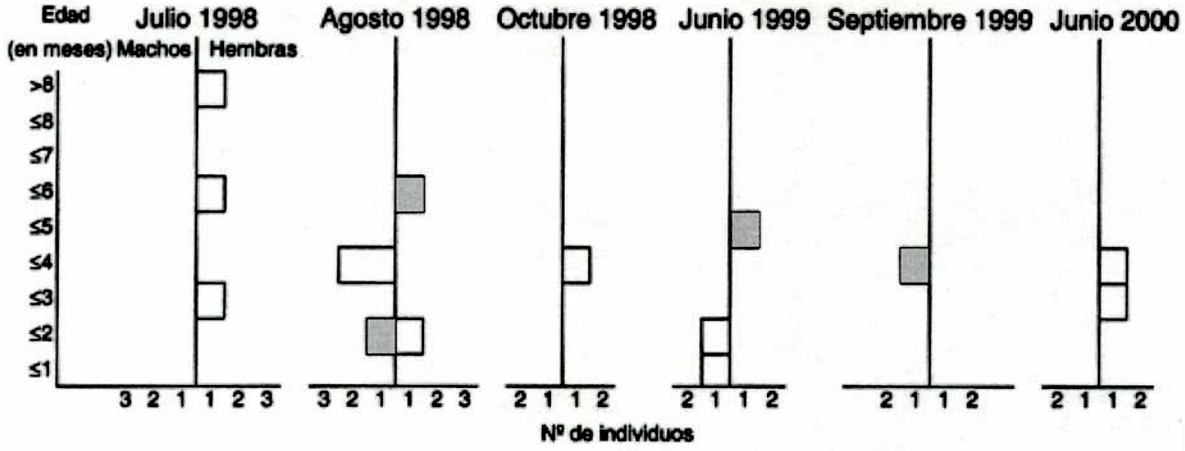


Figura 17: Histogramas de frecuencia de edades para machos y hembras de *Akodon azarae* **en las interfases** de las granjas. Las edades fueron estimadas a partir del tamaño corporal (Zuleta 1989). Los machos escrotales y las hembras con útero engrosado (reproductivos) se indican con barras grises. No se capturaron hembras preñadas.



3.2. *Calomys laucha*

3.2.1. Proporción de sexos

De 87 individuos pertenecientes a la especie *Calomys laucha*, 42 fueron machos y 45 hembras. La proporción de sexos no se apartó significativamente de 1:1 (χ^2_c=0,0460, p<0,8302; tabla 8).

Según las épocas:

Sólo en invierno y otoño el tamaño de las muestras permitió la aplicación del análisis estadístico. Pero en ninguna de las dos épocas la proporción de sexos difirió significativamente de la relación 1:1 (invierno: χ^2_c=0,2500; p<0,6171; N=36; otoño: χ^2_c=0,3902; p<0,5322; N=41; tabla 8).

Tabla 8: Proporción de capturas de hembras de *Calomys laucha* de acuerdo con la época. (N: tamaño de la muestra; NS: p>0,10 para la prueba de χ^2; -: no se realizó el análisis estadístico).

Época	Proporción de hembras	N	p
Invierno	0,55	36	NS
Primavera	0,14	7	NS
Verano	0,33	3	
Otoño	0,56	41	NS
Total	0,52	87	NS

Según la edad:

Ninguna clase de edad mostró diferencias significativas entre las capturas de machos y hembras (clase VI: χ^2_c=0,5000; p<0,4795; N=18; clase V: χ^2_c=0,0000; p=1,0000; N=12; clase IV: χ^2_c= 0,2105; p<0,6464; N=19; clase III: χ^2_c=2,2273; p<0,1356; N=22; clase II: χ^2_c=0,6429; p<0,4227; N=14). La proporción de sexos en la clase I no pudo ser analizada por no haberse capturado suficientes animales (Tabla 9).

Según el hábitat:

Tanto en los perímetros como en las interfases se capturaron más hembras que machos. Sin embargo, en los perímetros esa diferencia no resultó estadísticamente significativa (χ^2_c=1,7230; p<0,1884;

N=37) y en las interfases no pudo ser analizada porque el tamaño muestral no fue suficiente (N=9). En los galpones, por su parte, se capturaron más machos que hembras, aunque la diferencia tampoco fue significativa (χ^2_c=1,5610; p<0,2115; N=41; tabla 10).

TABLA 9: Proporción de capturas de hembras de *Calomys laucha* de acuerdo con la clase de edad, estimada a partir del peso seco de los cristalinos (Kravetz *et al.* 1981a). (N: tamaño de la muestra; NS: p>0,10 para la prueba de χ^2; -: no se realizó el análisis estadístico).

Clases de edad	Proporción de hembras	N	p
VI	0,39	18	NS
V	0,50	12	NS
IV	0,42	19	NS
III	0,68	22	NS
II	0,64	14	NS
I	0,00	2	-

TABLA 10: Proporción de capturas de hembras de *Calomys laucha* según el hábitat. (N: tamaño de la muestra; NS: p>0,10 para la prueba de χ^2; -: no se realizó el análisis estadístico).

Hábitat	Proporción de hembras	N	p
Galpones	0,39	41	NS
Perímetros	0,62	37	NS
Interfases	0,67	9	-

3.2.2. ESTRUCTURA DE EDADES

Según las épocas:

Para todas las épocas se capturaron muy pocos o ningún individuo de clase I. Tanto en otoño como en invierno la clase más capturada fue la III. En primavera, en cambio, la más capturada fua la VI y no se capturaron individuos de clases II y III. Finalmente, en verano hubo muy pocas capturas en general (Tabla 11).

Tabla 11: Distribución de capturas de *Calomys laucha* según la época del año y la clase de edad, estimada a partir del peso seco de los cristalinos (Kravetz *et al.* 1981a).

	Clase					
Época	I	II	III	IV	V	VI
Invierno	0	4	8	6	4	6
Primavera	1	0	0	1	1	4
Verano	0	1	1	1	0	0
Otoño	1	9	13	11	7	8

Según el hábitat:

Debido a que las bajas capturas ocurridas en las interfases no permitía aplicar la prueba de χ^2, no se tuvo en cuenta este hábitat para el análisis estadístico. Por otra parte, para aplicar la prueba estadística, las clases de edades fueron agrupadas de la siguiente manera: I con II, III con IV y V con VI. Así, la diferencia en la distribución de las distintas clases de edades entre galpones y perímetros no resultó significativa con respecto a lo esperado (χ^2=1,8523; g.l.=2; p>0,10; N=78; tabla 12). En las interfases no se capturaron individuos de clase I y la clase más numerosa fue la III.

Tabla12: Distribución de capturas de *Calomys laucha* según los hábitats y las clases de edad, estimadas a partir del peso seco de los cristalinos (Kravetz *et al.* 1981a).

	Clase		
Hábitat	I y II	III y IV	V y VI
Galpones	10 (7,9)	16 (18,4)	15 (14,7)
Perímetros	5 (7,1)	19 (16,6)	13 (13,3)

3.2.3. Actividad reproductiva

No se capturaron hembras preñadas y una sola presentó su útero engrosado. Su captura ocurrió en agosto de 1998 (Figura 18). La edad que se le estimó superó el rango de confiabilidad de la ecuación utilizada (hasta 150 días; Kravetz *et al* 1981a), por lo que sólo se puede afirmar que tenía más de 5 meses de vida. Entre las hembras con vagina abierta, la mínima edad registrada fue de 39 días.

Se capturaron muy pocos machos con testículos escrotales. Sus capturas ocurrieron los meses de marzo, junio, septiembre y octubre. Ningún macho escrotal fue capturado en los meses de julio de los años muestreados (Figura 18). La mínima edad estimada para los machos con testículos escrotales fue de 112 días.

Los meses estimados para los nacimiento se detallan en a continuación.

Duración de la estación reproductiva:

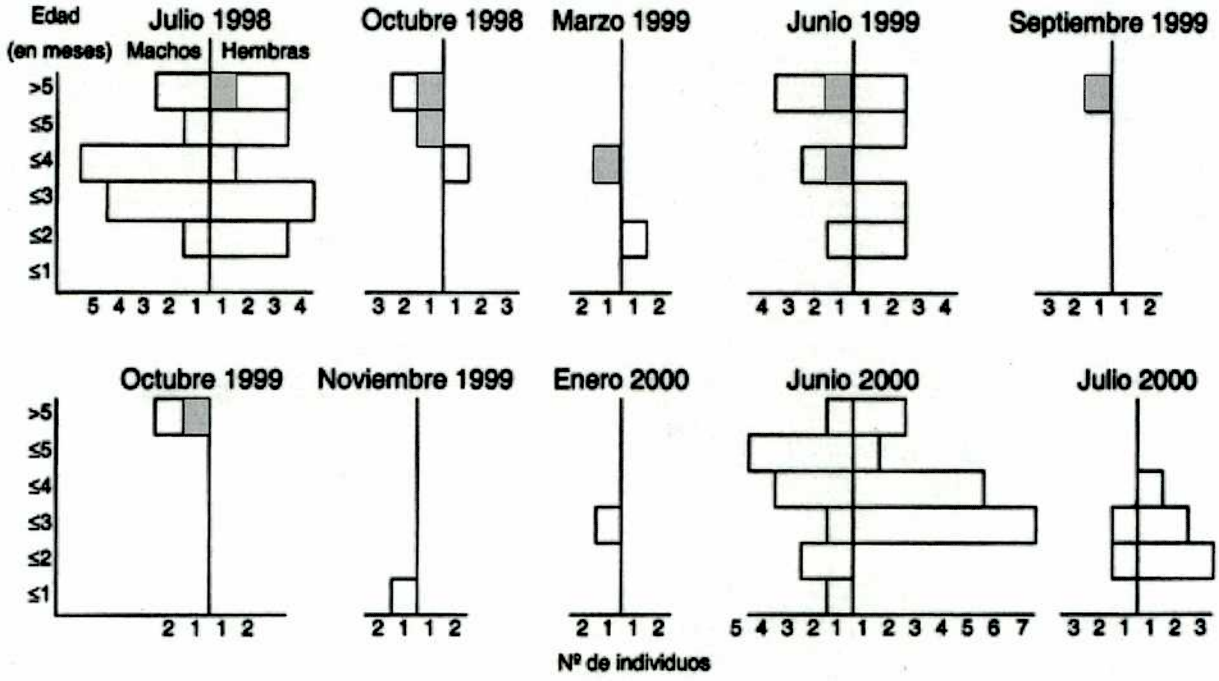
De acuerdo con las estructuras de edades estimadas para los meses de capturas (Figura 18), se detectaron las siguientes temporadas reproductivas:

TEMPORADA 1997-1998. La ausencia de muestreos previos al mes de julio de 1998, no permite saber cuándo comenzó la temporada reproductiva. Recién las estructuras de edades de julio y octubre de 1998 (Figura 18), señalan que ocurrieron nacimientos en forma continua desde enero hasta junio de 1998. Esta especie presenta un período de gestación de 21,5 días (Cetica *et al.* 1996), por lo que se puede afirmar que esta estación reproductiva se extendió por lo menos hasta el mes de mayo.

TEMPORADA 1998-1999. El primer signo reproductivo de esta temporada lo constituye el macho escrotal capturado en marzo de 1999 (Figura 18). Se le estimó una fecha de nacimiento a fines de noviembre de 1998 y una de gestación a principios del mismo mes. La estructura de edades de junio de 1999 (Figura 18), por su parte, aporta que se produjeron nacimientos todos los meses desde diciembre de 1998 hasta mayo de 1999. Si bien se capturaron machos escrotales en junio, la ausencia de capturas en julio de 1999 no permite saber si los apareamientos se prolongaron con posterioridad al mes de abril.

TEMPORADA 1999-2000. Al macho de menos de 1 mes de vida capturado en noviembre de 1999 (Figura 18) se le estimó una fecha de gestación a principios de octubre. Este constituye el primer indicio de actividad reproductiva de la nueva temporada. Las estructuras de edades de junio y julio de 2000 (Figura 18) muestran que los nacimientos se sucedieron desde diciembre de 1999 hasta junio de 2000. La integración de esta información indica que los apareamientos debieron producirse, por lo menos, desde octubre de 1999 hasta mayo de 2000.

FIGURA 18: Histogramas de frecuencia de edades para machos y hembras de *Calomys laucha* **en granjas** avícolas. Las edades fueron estimadas a partir del peso seco de los cristalinos (Kravetz *et al.* 1981a). Los machos escrotales y las hembras con útero engrosado (reproductivos) se indican con barras grises. No se capturaron hembras preñadas.



Actividad reproductiva según los hábitats

La única hembra a la que se le observó su útero engrosado fue capturada en los galpones. En este hábitat, además, se capturaron los dos únicos individuos menores de 30 días. Los machos tuvieron representantes de todas las edades, mientras que las hembras estuvieron representadas entre los 50 y los 247 días de vida con un animal de 67 mm de longitud cabeza-cuerpo (Figura 19).

En lo perímetros, tanto las hembras como los machos estuvieron representados por todas las edades desde el primer mes de vida hasta individuos con una longitud cabeza-cuerpo de 69 mm para los machos y 64 para las hembras (Figura 20). En las interfases las hembras estuvieron presentes desde los 48 hasta los 149 días de vida y los machos desde los 68 hasta más de 150 (Figura 21).

FIGURA 19: Histogramas de frecuencia de edades para machos y hembras de *Calomys laucha* **en galpones** de cría de pollos. Las edades fueron estimadas a partir del peso seco de los cristalinos (Kravetz *et al.* 1981a). Los machos escrotales y las hembras con útero engrosado (reproductivos) se indican con barras grises. No se capturaron hembras preñadas.

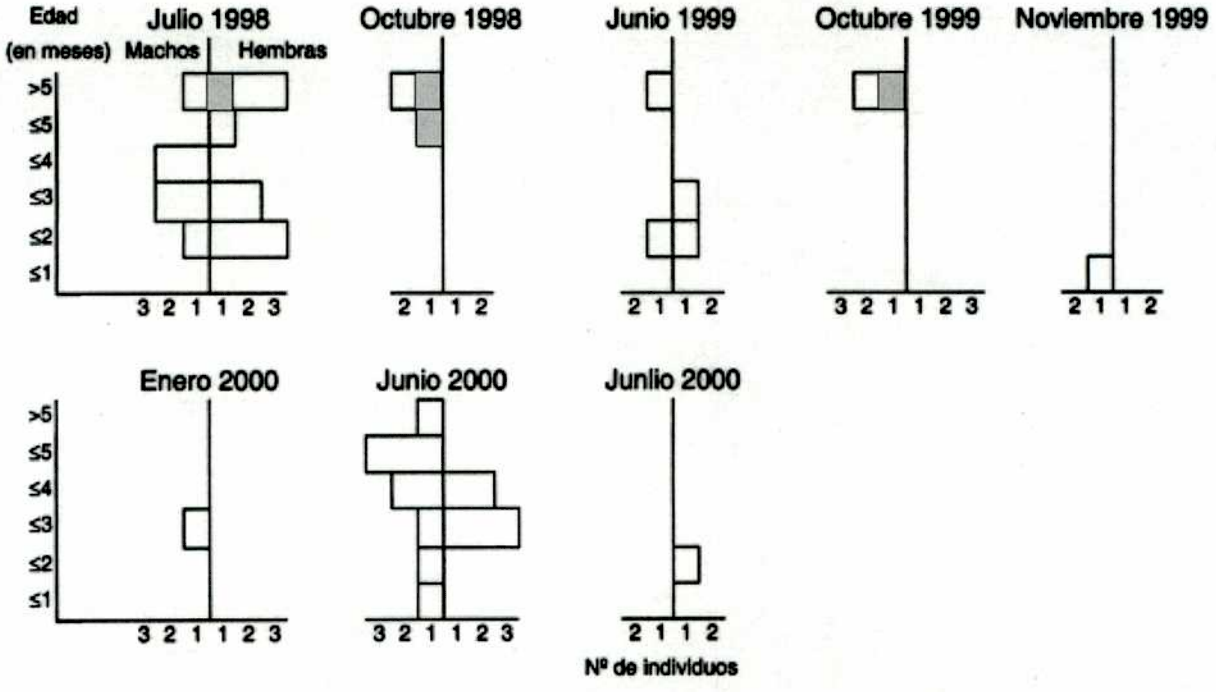


FIGURA 20: Histogramas de frecuencia de edades para machos y hembras de *Calomys laucha* **en los perímetros** de las granjas. Las edades fueron estimadas a partir del peso seco de los cristalinos (Kravetz *et al.* 1981a). Se señalan con barras grises los machos escrotales (reproductivamente activos). No se capturaron hembras con signos de actividad reproductiva (preñadas o con útero engrosado).

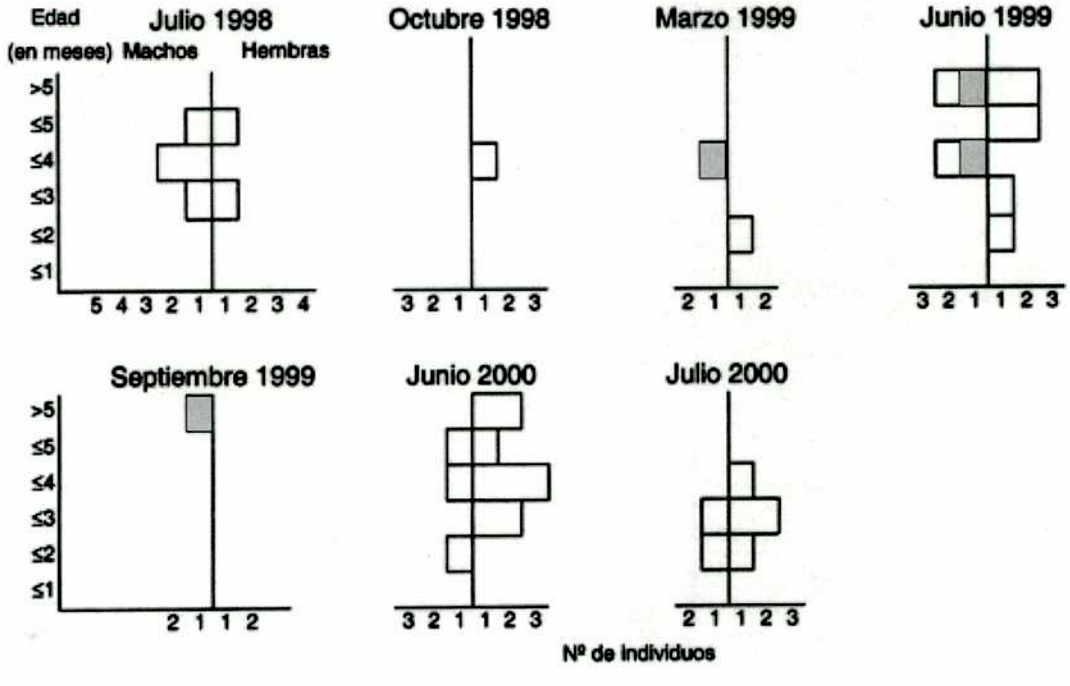
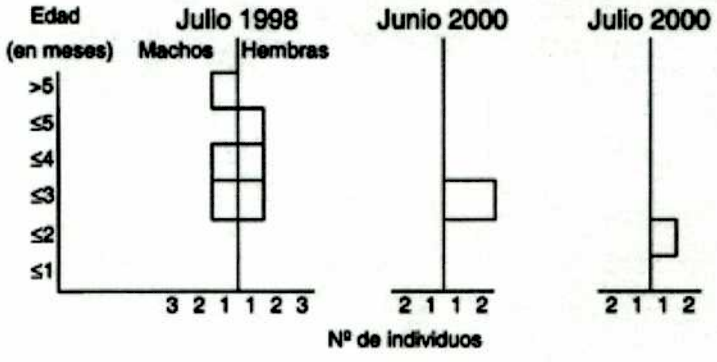


Figura 21: Histogramas de frecuencia de edades para machos y hembras de *Calomys laucha* **en las interfases** de las granjas. Las edades fueron estimadas a partir del peso seco de los cristalinos (Kravetz *et al.* 1981a). Se señalan con barras grises los machos escrotales (reproductivamente activos). No se capturaron hembras con signos de actividad reproductiva (preñadas o con útero engrosado).



3.3. *Mus musculus*

3.3.1. Proporción de sexos

De 58 capturas, 28 correspondieron a machos y 30 a hembras, por lo que la proporción de sexos no difirió significativamente de 1:1 (χ^2_c=0,0172; p<0,8955; tabla 13).

Según las épocas:

La proporción de sexos no resultó significativamente distinta de 1:1 en invierno (χ^2_c=0,1905; p<0,6625; N=21), primavera (χ^2_c=0,0000; p=1;0000; N=19), ni otoño (χ^2_c=0,0000; p=1;0000; N=11). En verano no pudo aplicarse la prueba estadística debido al bajo número de capturas (N=7; Tabla 13).

Tabla 13: Proporción de capturas de hembras de *Mus musculus*, de acuerdo con la época. (N: tamaño de la muestra; NS: p>0,10 para la prueba de χ^2; -: no se realizó el análisis estadístico).

Época	Proporción de hembras	N	p
Invierno	0,57	21	NS
Primavera	0,47	19	NS
Verano	0,43	7	-
Otoño	0,54	11	NS
Total	0,53	58	NS

Según la edad:

La proporción de sexos en las clases etarias I y II no difirió significativamente de la relación 1:1 (clase I: χ^2_c=0,0000; p=1,0000; N=13; clase II: χ^2_c=0,1600; p<0,6892; N=25). La diferencia en las clases III, IV y V no pudo ser analizada por no haber suficientes capturas. A pesar de ello, se observó la misma cantidad de ambos sexos entre los individuos de clase IV y más hembras que machos entre los de clases III y V (Tabla 14).

Tabla 14: Proporción de capturas de hembras de *Mus musculus* de acuerdo con la clase de edad, estimada a partir del peso seco de los cristalinos (Rowe *et al.* 1985). (N: tamaño de la muestra; NS: p>0,10 para la prueba de χ^2; -: no se realizó el análisis estadístico).

Clases de edad	Proporción de hembras	N	p
V	0,80	5	
IV	0,50	6	
III	0,67	9	-
II	0,44	25	NS
I	0,43	13	NS

Según el hábitat:

Sólo en los galpones el número de capturas permitió el análisis estadístico de la proporción de sexos. La misma no difirió significativamente de la proporción 1:1 (χ^2_c=0,0000; p=1,0000; N=47). Si bien el tamaño muestral fue bajo, se observaron más hembras que machos en los perímetros e igual cantidad de ambos sexos en las interfases (Tabla 15).

Tabla 15: Proporción de capturas de hembras de *Mus musculus* según el hábitat. (N: tamaño de la muestra; NS: p>0,10 para la prueba de χ^2; -: no se realizó el análisis estadístico).

Hábitat	Proporción de hembras	N	p
Galpones	0,49	47	NS
Perímetros	0,71	7	
Interfases	0,50	4	-

3.3.2. Estructura de edades

Según las épocas:

Excepto en otoño, que muestra una distribución homogénea de las distintas clases de edades, en todas las demás épocas las capturas se concentraron en las primeras clases. En verano no se capturaron individuos de clases II, IV y V. La clase I estuvo representada en todas las épocas (Tabla 16).

Tabla 16: Distribución de capturas de *Mus musculus* según la época del año y la clase de edad, estimada a partir del peso seco de los cristalinos (Rowe *et al.* 1985).

	Clase				
Época	I	II	III	IV	V
Invierno	3	11	3	3	1
Primavera	4	8	4	1	2
Verano	3	4	0	0	0
Otoño	3	2	2	2	2

Según el hábitat:

En los galpones la clase de edad más numerosa fue la II, seguida por la I. Se capturaron muy pocos individuos de las clases mayores, siendo la clase V la menos capturada. En los perímetros y las interfases las capturas fueron muy bajas para todas las clases de edades que estuvieron representadas (Tabla 17).

Tabla 17: Distribución de capturas de *Mus musculus* según los hábitats y las clases de edades, estimadas a partir del peso seco de los cristalinos (Rowe *et al.* 1985).

	Clase				
Hábitat	I	II	III	IV	V
Galpones	12	20	6	6	3
Perímetros	1	3	1	0	2
Interfases	0	2	2	0	0

3.3.3. Actividad reproductiva

Se capturaron 8 hembras preñadas. Su distribución según las edades estimadas fue la siguiente: 2 de entre 1 y 2 meses, 3 de entre 2 y 3 meses, 1 de entre 3 y 4 meses y 1 de entre 4 y 5 meses. Fueron capturadas en los meses de mayo, julio, octubre y diciembre (Figura 22). A la más joven de las hembras preñadas se le estimó una edad de 41 días. El número medio de embriones por hembra fue de 6,875. A lo largo del estudio, no se capturó ninguna hembra con útero engrosado (>1mm). A la hembra más joven que presentaba vagina abierta se le estimó una edad de 30 días. La prevalencia bruta de preñez fue máxima en primavera (55,55%), mínima en verano (0%) e intemedia en otoño e invierno (16,67% en cada época).

Se capturaron machos con testículos escrotales en enero, junio, julio, octubre y diciembre. Al más joven de ellos se le estimó una edad de 32 días (Figura 22).

Los meses estimados para los nacimientos se detallan a continuación.

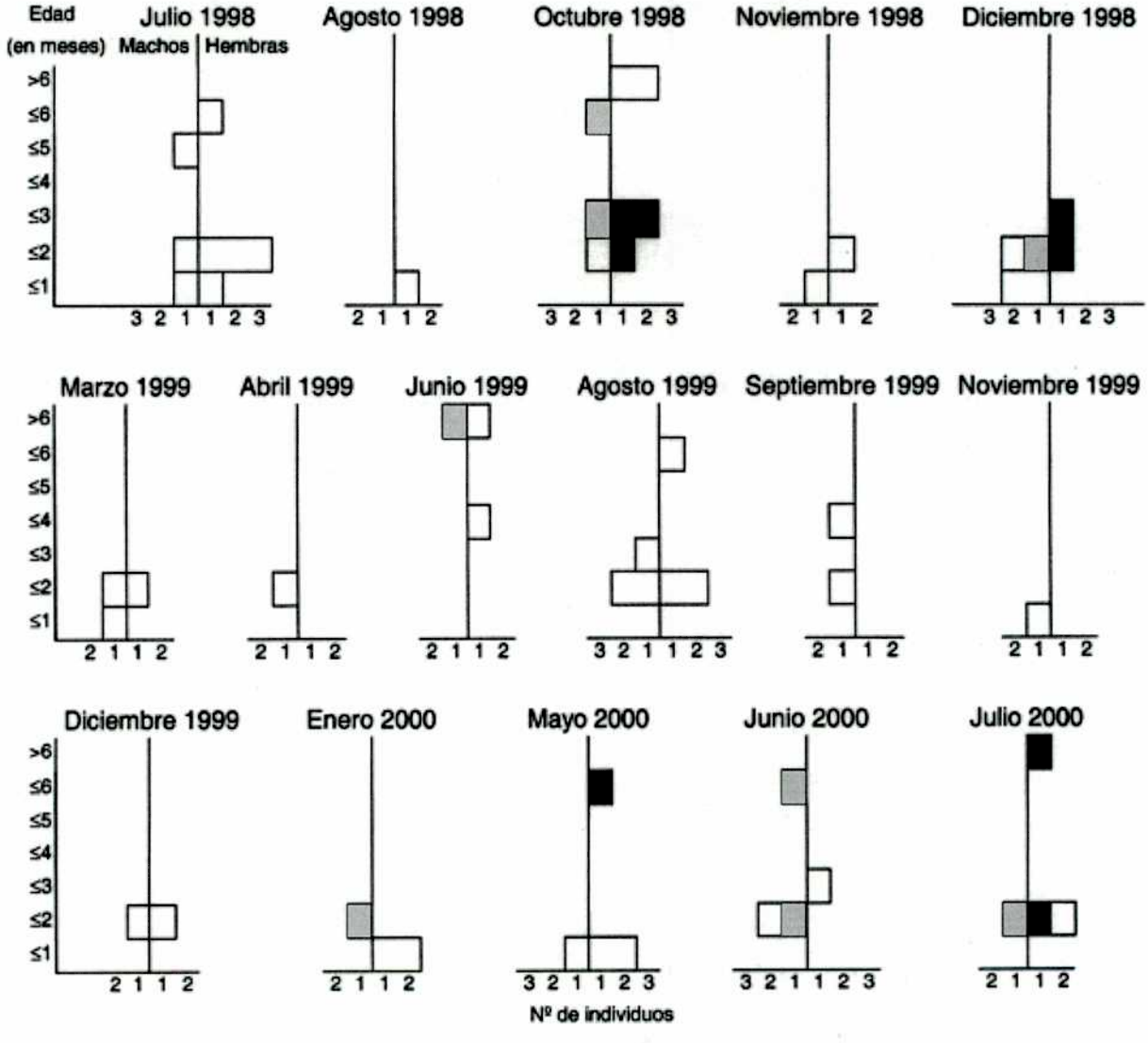
Duración de la estación reproductiva:

Las estructuras de edades observadas en julio y agosto de 1998 ilustran nacimientos ocurridos a partir de enero y hasta julio de ese año. En las estructuras de octubre, noviembre y diciembre de 1998, por su parte, se observa que también ocurrieron nacimientos todos los meses entre julio y noviembre, mientras que las hembras preñadas de octubre y diciembre confirman que hubo actividad reproductiva (cópulas) en septiembre y noviembre (Figura 22).

Los nacimientos ocurridos durante el verano se observan en las estructuras de edades de marzo, abril y junio de 1999. En las de agosto y septiembre se aprecia que hubo nacimientos en mayo, junio y julio. Las estructuras de noviembre y diciembre de 1999, así como la de enero de 2000, señalan los nacimientos que tuvieron lugar entre octubre y diciembre (Figura 22). Durante 1999 no se capturaron hembras preñadas.

A partir de las estructuras de mayo, junio y julio de 2000 se observa que hubo nacimientos entre enero y junio. Las hembras preñadas de mayo y julio confirman que hubo actividad reproductiva en abril y junio y que se iban a producir nacimientos durante julio (Figura 22).

Figura 22: Histogramas de frecuencia de edades para machos y hembras de *Mus musculus*, **en granjas** avícolas Las clases de edades se estimaron a partir del peso seco de los cristalinos (Rowe *et al.* 1985) Se señalan los individuos con signos de actividad reproductiva: hembras preñadas con barras negras; machos escrotales con barras grises. No se capturaron hembras con útero engrosado.



Actividad reproductiva según los hábitats:

Las 8 hembras preñadas fueron capturadas en los galpones. En este hábitat se capturaron también el 92,3% de los individuos menores de 30 días, mientras que tanto las hembras como los machos estuvieron presentes desde esa edad hasta más de 6 meses de vida (Figura 23).

En los perímetros se capturó un único individuo de menos de 1 mes de edad. Las capturas de las hembras correspondieron a distintas edades desde menos de 1 mes hasta más de 6, mientras que los únicos 2 machos capturados presentaron una edad de entre 1 y 2 meses (Figura 24). En las interfases no

hubo capturas de individuos menores de 30 días, sólo se capturaron hembras de entre 1 y 3 meses y machos de entre 1 y 4 (Figura 25).

FIGURA 23: Histogramas de frecuencia de edades para machos y hembras de *Mus musculus*, **en galpones** de cría de pollos. Las edades se estimaron a partir del peso seco de los cristalinos (Rowe *et al.* 1985). Se señalan los individuos con signos de actividad reproductiva: hembras preñadas con barras negras; machos escrotales con barras grises. No se capturaron hembras con útero engrosado.

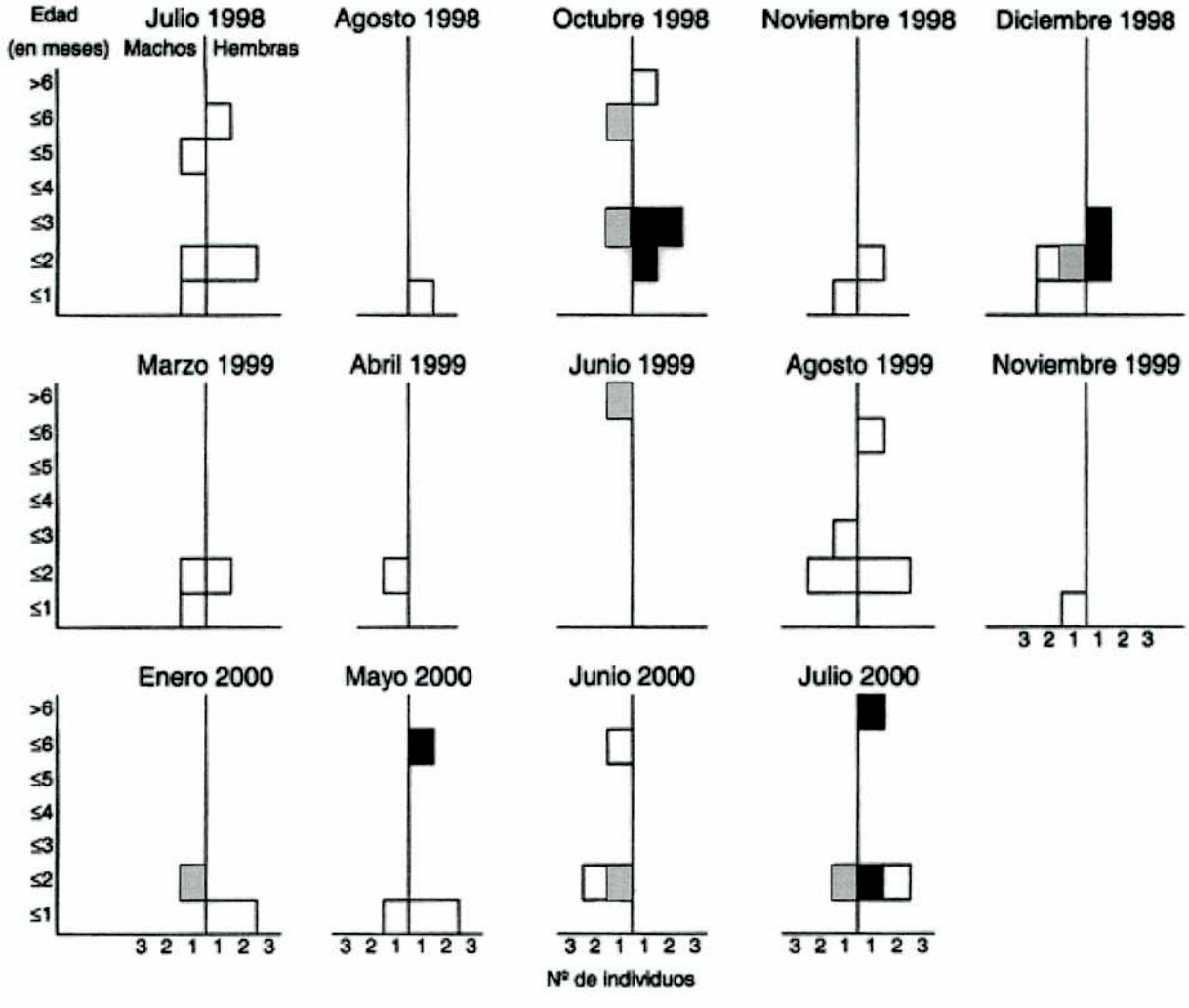


FIGURA 24: Histogramas de frecuencia de edades para machos y hembras de *Mus musculus* **en los perímetros** de las granjas. Las edades se estimaron en base al peso seco de los cristalinos (Rowe *et al.* 1985). No se capturaron individuos con signos de actividad reproductiva (hembras preñadas, hembras con útero engrosado o machos con testículos escrotales).

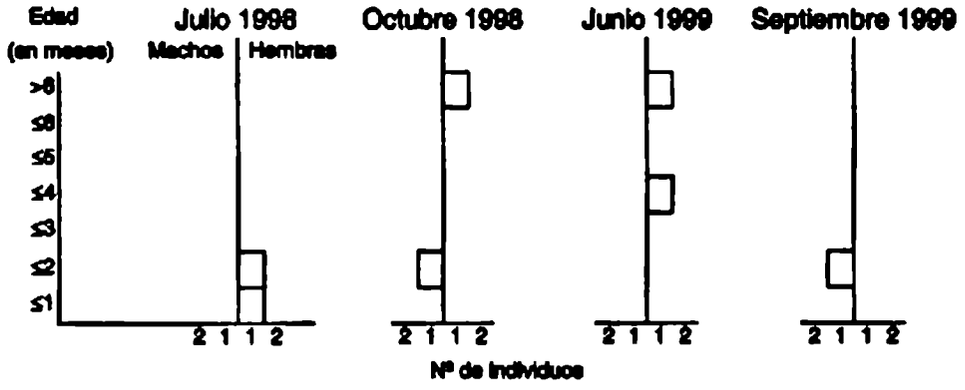
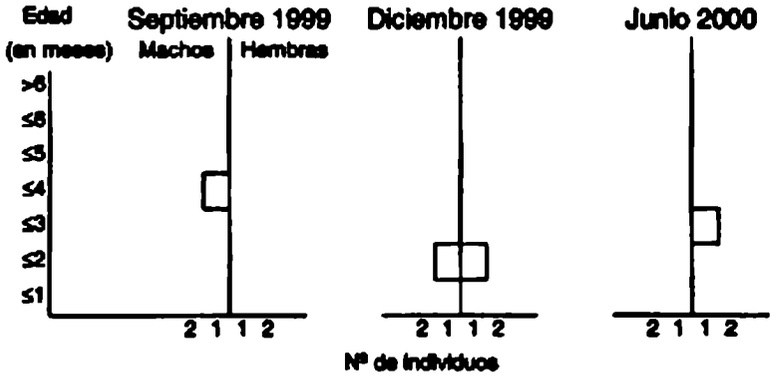


FIGURA 25: Histogramas de frecuencia de edades para machos y hembras de *Mus musculus*, **en las interfases** de las granjas. Las edades se estimaron a partir del peso seco de los cristalinos (Rowe *et al.* 1985). No se capturaron individuos con signos de actividad reproductiva (hembras preñadas, hembras con útero engrosado o machos con testículos escrotales).



3.4. *OLIGORYZOMYS FLAVESCENS*

Con un total de 12 capturas, se observó la proporción de sexos 1:1 (χ^2_c=0,0000; p=1,0000). Ambos sexos se encontraron presentes tanto en los galpones como en los perímetros. Las capturas entre dichos hábitats no mostraron diferencias significativas (χ^2_c=0,0000; p=1,0000; N=11; Tabla 18).

Se produjeron más capturas en invierno (1998 y 1999) y otoño (1999 y 2000) que en primavera (1998 y 1999). Ningún individuo fue capturado en verano (1999 y 2000) (Tabla 19). Con respecto a las edades, la clase con mayor representación fue la segunda, le siguió la tercera y no se capturó ningún individuo de clase IV (Tabla 19).

Tabla 18: Proporción de capturas de hembras de *Oligoryzomys flavescens* según el hábitat (N: tamaño de la muestra).

Hábitat	Proporción de hembras	N
Galpones	0,40	5
Perímetros	0,50	6
Interfases	1,00	1

Tabla 19: Distribución de capturas de *Oligoryzomys flavescens* según la época del año y la clase de edades, estimada a partir de la longitud total.

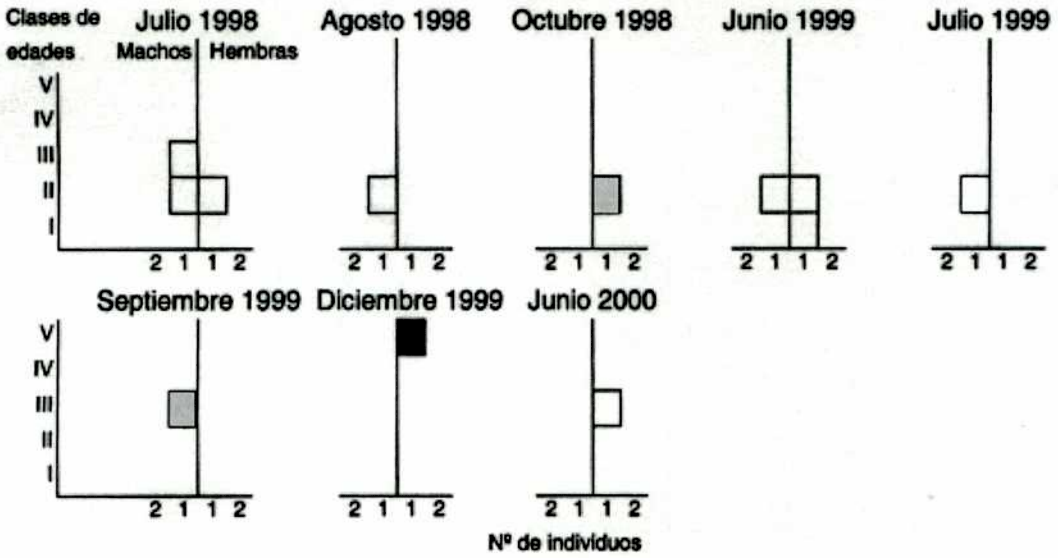
	Clase					
Época	I	II	III	IV	V	Total por época
Invierno	0	3	2	0	0	5
Primavera	0	1	0	0	1	2
Verano	0	0	0	0	0	0
Otoño	1	3	1	0	0	5
Total por clase	1	7	3	0	1	12

3.4.1. Actividad reproductiva

Se capturó una hembra preñada perteneciente a la clase etaria V (LT=215mm), en diciembre de 1999. En sus cuernos uterinos contenía 7 embriones. Constituyó la única captura ocurrida en las interfases. Se capturó además, en los galpones, una hembra con útero engrosado de clase II (LT=164mm). La hembra más joven con vagina abierta tenía un largo total de 164 mm (clase II).

Con respecto a los machos, el único con testículos en posición escrotal correspondió a la clase etaria III (LT=181mm). Su captura tuvo lugar en los perímetros durante el mes de septiembre. Por último, el único individuo de clase I se capturó en los perímetros durante el mes de junio (Figura 26).

FIGURA 26: Histogramas de frecuencia de edades para machos y hembras de *Oligoryzomys flavescens* **en granjas avícolas**. Las clases de edades fueron estimadas a partir del largo total (Busch 1988). Se señalan los individuos con signos de actividad reproductiva: hembras preñadas con barras negras; machos escrotales y hembras con útero engrosado con barras grises.



3.5. *CALOMYS MUSCULINUS*

Se produjeron 7 capturas: 3 machos y 4 hembras. Ambos sexos estuvieron presentes en los galpones y los perímetros. Sólo una hembra fue capturada en las interfases (Tabla 20). A todos los machos capturados se les estimó una edad de entre 11 y 15 semanas; mientras que se capturaron hembras de todas las clases etarias (Tabla 21).

Los individuos más jóvenes fueron capturados en invierno (1998 y 1999), época en la que además ocurrió la mayoría de las capturas. El más viejo se capturó en primavera (1998 y 1999) y ninguno en verano (1999 y 2000) (Tabla 22).

TABLA 20: Proporción de capturas de hembras de *Calomys musculinus* según el hábitat (N: tamaño de la muestra).

Hábitat	Proporción de hembras	N
Galpones	0,33	3
Perímetros	0,67	3
Interfases	1,00	1

Tabla 21: Proporción de capturas de hembras de *Calomys musculinus* de acuerdo con la clase de edad, estimada a partir del peso seco de los cristalinos. (N: tamaño de la muestra).

Clases de edad	Proporción de hembras	N
IV	1,00	1
III	1,00	1
II	0,25	4
I	1,00	1

Tabla 22: Distribución de capturas de *Calomys musculinus* de acuerdo con la clase de edad, estimada a partir del peso seco de los cristalinos.

	Clase				
Época	I	II	III	IV	Total por época
Invierno	1	4	0	0	5
Primavera	0	0	0	1	1
Verano	0	0	0	0	0
Otoño	0	0	1	0	1
Total por clase	1	4	1	1	7

3.5.1. Actividad reproductiva

Se capturó una hembra preñada en primavera de 1998 (noviembre). Se le estimó una edad superior a las 16 semanas y se le contabilizaron 5 embriones. Su captura ocurrió en los perímetros. No se detectaron hembras con úteros engrosados. La hembra con vagina abierta más joven fue capturada en los galpones y tenía entre 6 y 10 semanas de vida. Todas las capturas de machos ocurrieron en invierno y ninguno presentó testículos escrotales (julio y agosto). El individuo más joven, al que se le estimó una edad de entre 2 y 5 semanas, fue capturado en julio, en las interfases (Figura 27).

Figura 27: Histogramas de frecuencia de edades para machos y hembras de *Calomys musculinus*. Las edades se estimaron a partir del peso seco de los cristalinos (Mills *et al.* 1992). Las hembras preñadas se indican con barras negras. No se capturaron individuos con otros signos de actividad reproductiva (hembras con útero engrosado o machos con testículos escrotales).

4. Discusión

La duración de la estación reproductiva fue distinta en cada una de las 3 especies más abundantes. *Mus musculus* presentó reproducción prácticamente continua a lo largo del período de estudio, *Calomys laucha* mostró una interrupción invernal coincidente con la que suele presentar en el sistema campo-borde, mientras que *Akodon azarae* la prolongó con respecto a la que generalmente muestra en dicho sistema.

La no interrupción a lo largo del año de la actividad reproductiva de *M. musculus* coincide con los resultados de otros trabajos, donde se ha observado que esta especie puede mantener una reproducción continua en ambientes cerrados como silos o galpones, donde las condiciones y recursos se mantienen relativamente constantes (Rowe *et al.* 1983). Sin embargo, aún en estos ambientes pueden observarse fluctuaciones en las tasas de preñez, como señalan los resultados obtenidos por Valenzuela (2001). En el presente trabajo, a pesar de las bajas capturas, se obtuvo una tendencia similar, con mayor prevalencia bruta de preñeces en primavera y menor en invierno y otoño. La ausencia de preñeces en verano, seguramente se debe a que hubo muy pocas capturas en general (sólo 3 hembras).

Singleton y Redhead (1990) comentan que de 7 posibles factores, sólo la temperatura influiría sobre el período reproductivo de *Mus domesticus* (más prolongado en Australia, donde las temperaturas son mayores, en comparación con Canadá y el norte de Estads Unidos). En otro trabajo, los mismos autores señalan que la reproducción invernal es la principal clave para explicar las irrupciones que produce esa especie, considerada plaga en los humedales australianos (Singleton y Redhead 1989). En la Argentina, Kitzberger (1987) atribuyó a factores climáticos el hiato reproductivo que observó en *M. musculus* desde junio hasta agosto, mientras que Valenzuela (2001) planteó que la no interrupción que observó para dicha especie en las granjas estaría asociada a la presencia de abundante alimento y agua

además de la relativa constancia térmica. Es probable que las causas sean una combinación de ambos factores (alimento y temperatura adecuados). La presencia permanente de agua no sería tan importante, ya que *M. musculus* es muy resistente a su carencia (Bilenca *et al.* en prensa, Quintanilla *et al.* 1973).

En los galpones de cría de pollos, las temperaturas varían a lo largo del año en un rango mucho menor al que existe en el exterior de los mismos. Durante los meses fríos son calefaccionados, mientras que en verano se refrescan mediante pequeñas partículas de agua que se hacen dispersar desde el cielo raso. Con respecto al alimento, los roedores pueden disponer libremente de él cuando los pollos están presentes. En esos períodos el alimento balanceado es colocado en cebaderos que permanecen constantemente al ras del suelo. En los intervalos en que los galpones están vacíos de pollos, sin embargo, los cebaderos son elevados, aunque casi en todo momento es posible observar restos esparcidos por el suelo.

En *A. azarae* se ha observado, a partir de la estimación de la edad, que en las granjas los nacimientos ocurrirían durante todo el año. En esta especie, las edades se estimaron utilizando ecuaciones que sólo fueron probadas para el período comprendido entre octubre y abril. A partir de mayo se podría producir una disminución acelerada del crecimiento (Zuleta 1989). De ser así, la edad estimada para los animales capturados en los meses de diciembre (a los que se les calculó agosto y septiembre como meses de nacimiento) habría sido subestimada (tal vez fue junio o julio). Pero esto sostendría aún más que esta especie es capaz de extender su actividad reproductiva hacia los meses invernales. En otras granjas avícolas de la zona, Valenzuela (2001) también capturó individuos activos de *A. azarae* durante el invierno, lo que atribuyó a probables errores en la determinación del estado reproductivo.

Es probable que la extensión de la actividad reproductiva hacia los meses invernales que esta especie muestra en las granjas se deba a la permanente oferta de alimento en este sistema. Se ha sugerido que las especies silvestres se desplazarían hacia los galpones de cría de pollos durante el invierno como resultado de esa mayor oferta, en comparación con la escasez de recursos que simultáneamente encontrarían en el sistema campo-borde (Miño *et al.* 2001). Por otra parte, en distintos trabajos de adición de alimento llevados a cabo en diferentes sistemas, se capturaron hembras y machos activos de *A. azarae* durante los meses invernales (Cittadino *et al.* 1994, Sánchez López 1998). No sería de extrañar entonces que esta especie prolongue su período reproductivo también en las granjas, donde debe estar utilizando el alimento balanceado en su dieta.

Una evidencia de esa extensión es la captura en diciembre y enero, de individuos cuyas fechas de nacimiento estimadas fueron julio y agosto. Estos individuos habrían sobrevivido hasta la primavera siguiente en condiciones que permitieron su reproducción (como lo demuestra la hembra con útero engrosado capturada en diciembre). En el sistema campo-borde, en cambio, a pesar de que en ciertos años se registran hembras preñadas en junio, nunca se capturó su descendencia en los meses siguientes. Esto

ha sido atribuido a factores de mortalidad que actúan antes de la edad de reclutamiento (Zuleta *et al.* 1988). En las granjas esta cohorte sí parece reclutarse, ya que es capturada durante la primavera y verano siguientes.

Calomys laucha, por su parte, presentó en las granjas un período reproductivo de por lo menos 7 meses de duración, que abarcó desde el mes de octubre hasta el mes de mayo (con nacimientos hasta junio). Esto coincide con lo documentado para esta especie en los campos de cultivo (Kravetz *et al.* 1981b, Mills *et al.* 1992b). Tampoco Cittadino *et al.* (1994) observaron cambios sobre las poblaciones de *C. laucha* suplementadas con alimento. Los autores lo atribuyeron a que la subordinación competitiva de esta especie frente a *A. azarae* no le habría permitido acceder al alimento.

Kravetz *et al.* (1981b) mencionan que el factor que más probablemente determina el cese de la estación reproductiva de esta especie es la temperatura. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, ésta nunca desciende demasiado en los galpones de pollos. Los mismos autores dicen no descartar el efecto del fotoperíodo y la densidad. Cualquiera de estos dos últimos factores podría explicar por qué la reproducción de *C. laucha* se interrumpió en invierno en las granjas. En los galpones de pollos parrilleros, a diferencia de los de ponedoras, no se alteran las horas de luz-oscuridad. En cuanto a la densidad, es probable que la presencia permanente de alimento y agua, así como las temperaturas controladas, produzcan un aumento que determine el cese de la reproducción por saturación del hábitat (efecto denso dependiente). En este caso, la competencia por espacio se daría tanto entre individuos de la misma especie como con *M. musculus*, que en los galpones mostró también una abundancia elevada (Figuras 12b y 13b).

Las distintas escalas de clasificación de edades señaladas en esta Tesis en *V.2.4* demuestran que los distintos autores utilizan diferentes criterios para agrupar las edades. Además, generalmente a cada una de las clases se les asigna un nombre (crías, inmaduros, juveniles, subadultos, adultos, adultos A, adultos B, adultos viejos, etc). Esos nombres no fueron tenidos en cuenta en este trabajo porque se presentó el problema de que algunos individuos, que por edad eran agrupados en el nivel de juveniles presentaban signos de madurez sexual (testículos escrotales o vagina abierta). Para evitar esos inconvenientes, se elaboró la siguiente clasificación:

1) *Inmaduros*: aquellos individuos cuyas edades se encuentran entre el nacimiento y la edad del individuo más joven que presenta signos de madurez (testículos escrotales o vagina abierta; sin incluir esta última edad).
2) *Subadultos*: abarca el rango de edades entre la del individuo más joven con signos de madurez (incluyéndola) hasta la del individuo más joven con signos de que alguna vez se haya reproducido

o que se esté reproduciendo (úteros engrosados o preñeces; sin incluir esta última edad). Puede haber individuos maduros e inmaduros, pero no reproductivos.

3) *Adultos*: abarca a todos los individuos con edad igual o superior al más joven con signos de reproducción, aunque no se les observe signos de madurez o de actividad reproductiva.

Así, mientras que la aplicación de los rótulos es fija, el rango de edades puede cambiar en función de la especie o de la población. Además, la categoría *subadultos* podría estar ausente si la edad del individuo más joven con signos de madurez coincide con las del más joven con signos de reproducción.

Los individuos de *M. musculus* en las granjas entran en la categoría de subadultos a una edad de 30 días para las hembras y 32 para los machos y a los 45 días se trasforman en adultos. De acuerdo con Bilenca *et al.* (en prensa), esta especie madura en un rango de entre 30 y 45 días, por lo que la edad de maduración en las granjas estería cerca del límite inferior. Esto sería producto de la permanente disponibilidad de alimento. Boutin (1990) encontró que de 5 trabajos de adición de alimento realizados sobre distintas especies de vertebrados terrestres, en todos ellos se observó un adelanto en la edad de las hembras que se reproducían por primera vez.

De acuerdo con Stearns (1995), el adelantamiento de la edad adulta constituye una estrategia que permite aumentar el fitness en un ambiente donde los individuos se encuentran permanentemente expuestos a una presión de mortalidad (en este caso los rodenticidas). En los galpones, sólo el 18,75% de los individuos de *M. musculus* superó los 3 meses de edad (Figura 23), cuando su esperanza de vida bajo condiciones naturales fue calculada en un rango de entre 9 y 12 meses (Bilenca *et al.* en prensa). La ausencia de individuos mayores podría deberse tanto a mortalidad como a emigración, o a una combinación de ambas causas.

El conocimiento de que en los galpones se aplican rodenticidas en forma periódica o permanente, sumado a las pocas capturas de esta especie en los perímetros, harían suponer que la principal causa de que no se capturen individuos de edad avanzada es la mortalidad. Valenzuela (2001) llegó a la misma conclusión al no detectar desplazamientos en las granjas que estudió. De esta manera el adelantamiento de la edad adulta estaría aumentando, en los individuos de esta especie, las posibilidades de sobrevivir hasta dicha edad y por lo tanto dejar descendencia.

A. azarae en las granjas entró a la categoría de subadulto a una edad de 2 meses para las hembras y 1,5 meses para los machos. Esto no sólo no indica un adelantamiento en la edad de madurez, sino que por el contrario, mostraría un retraso si se compara con las edades estimadas por Zuleta (1989), quien aplicó las mismas ecuaciones para la estimación de las edades en esta especie (menos de 1 mes en machos y 1 mes en hembras). El argumento utilizado para explicar el adelantamiento de la edad de madurez en *M. musculus* no serviría en *A. azarae*, donde en el ambiente más favorable en cuanto a la disponibilidad de alimento (las granjas) alcanzaría la edad de madurez en forma más tardía en comparación con los bordes

de los campos. Sin embargo, es posible que el consumo de alimento balanceado incremente su longitud corporal ya que, entre otros ingredientes, contiene promotores de crecimiento (De Franceschi 1999). Por otra parte, Cittadino *et al.* (1994) detectaron un aumento en el tamaño corporal (longitud y peso) de los individuos de esta especie después de una adición de alimento. Así, es probable que la edad de los individuos de *A. azarae* capturados en este trabajo y estimada a partir del tamaño corporal haya sido sobreestimada.

En las granjas, la mínima edad registrada para las hembras con vagina abierta en *C. laucha* fue de 39 días y no se registraron preñeces ni hembras con úteros engrosados. En el campo, Kravetz *et al.* (1981b) comentan haber encontrado preñeces en individuos de esta especie de entre 31 y 60 días. No sería de extrañar que en las granjas, dada la edad de maduración, también pudieran quedar preñadas antes de los 60 días de vida. En cuanto a los machos, en las granjas se les estimó una edad mínima de madurez de 112 días, lo cual es bastante tardío si se lo compara con las hembras. Sin embargo, como ya se ha comentado, la ubicación de los testículos no es un indicio certero de madurez, ya que el estrés sufrido al momento de la captura puede producir un cambio en su posición (Kravetz *et al.* 1981b). Por otra parte, excepto 2 machos (uno menor de 1 mes y otro de entre 2 y 3 meses), todos los demás menores de 112 días fueron capturados durante junio y julio, meses en que hay receso reproductivo.

El no adelantamiento de la edad de maduración en *A. azarae* y *C. laucha* podría deberse a que están expresando, tanto en el sistema campo-borde como en las granjas, la mínima edad de maduración que les permite su genotipo. Esto sería sostenido por el hecho de que en animales de estas especies criados en laboratorio, donde cuentan con alimento *ad libitum* y temperatura controlada, se registraron edades similares de maduración o preñez (Cetica *et al.* 1996, de Villafañe 1981).

Se registraron fuertes indicios de que *M. musculus* sería residente en los galpones de pollos, donde se reproduciría. En este hábitat se capturó el 92% de los individuos menores de 1 mes de edad y todas las hembras preñadas de esta especie. Esto coincide con lo observado por otros autores en galpones (algunos de pollos) de distintos lugares del mundo, donde *M. musculus* fue reconocida como especie residente (Myers 1974, Rowe 1987, Rowe *et al.* 1983, Timm 1987). En nuestro país, Valenzuela (2001) prácticamente no capturó individuos de *M. musculus* en los perímetros de las granjas, mientras que en los galpones de pollos observó todas las clases etarias y numerosas hembras preñadas.

En base a lo observado en el presente trabajo, se podría decir que *M. musculus* no utiliza los perímetros para reproducirse. El único animal de menos de 30 días capturado en este hábitat se encontró entre un corral y un galpón de maquinaria agrícola (a no más de 5m de cada uno de ellos). A diferencia de los galpones de pollos, los perímetros no son hábitats homogéneos. Incluso dentro de una misma granja pueden distinguirse en ellos tramos libres de vegetación, tramos enmalezados, tramos lindantes a

algún galpón de pollos (aquí considerado *interfase*) y tramos lindantes a algún corral o construcción (galpones de distinto tipo, vivienda, etc). Tres de las 7 capturas de *M. musculus* ocurridas en los perímetros ocurrieron en tramos perimetrales vecinos a corrales o galpones. Parece probable que los demás individuos de esta especie capturados en los perímetros sólo se estuvieran desplazando por dicho hábitat. En una granja en particular, donde no se capturó nada en los galpones y sí *M. musculus* en el perímetro, recién ingresaban los pollos y el dueño comentó haber visto "correr lauchas" al recoger una parva de semillas de girasol. Eso ocurrió unos días antes y a unos 50m de donde se realizó la captura.

A. azarae mostró utilizar los hábitats en el sentido opuesto al de *M. musculus*. La ausencia de individuos menores de 30 días y de hembras con signos de actividad reproductiva en los galpones constituyen indicios de que no utilizaría este hábitat para reproducirse. En cambio, la presencia de individuos menores de 1 mes de vida, de la única hembra preñada y de hembras con úteros engrosados indicarían que sí utilizan los perímetros para la reproducción. En el sistema campo-borde *A. azarae* utiliza principalmente los bordes, tanto para desarrollar sus actividades diurnas como para reproducirse (Busch y Kravetz 1992a, Crespo *et al.* 1970, Hodara *et al.* 1997, Mills *et al.* 1991, Zuleta *et al.* 1988). Generalmente, los perímetros de las granjas se continúan en los bordes de los campos que las rodean sin interrupciones (Gómez Villafañe *et al.* 2001), por lo que *A. azarae* se puede desplazar libremente entre ambos sitios (Miño *et al.* 2001) y no sería extraño que realice, en los perímetros de las granjas, las mismas actividades que en los bordes de los campos.

Hacia los galpones, *A. azarae* sólo realizaría desplazamientos exploratorios y tal vez los utilice para alimentarse, pero no residiría ni se reproduciría en ellos. En este hábitat, sólo el 26% de los animales capturados fueron hembras y todas ellas fueron capturadas en invierno (Figura 15). Se ha observado que durante la época reproductiva las hembras de *A. azarae* restringen sus movimientos cerca de los nidos, mostrando un marcado comportamiento territotial (Bonaventua *et al.* 1992, Cittadino *et al.* 1998, 2002, Dalby 1975). Así, el no haber capturado hembras en los galpones en primavera, verano y otoño sostiene la idea de que esta especie no se reproduce en ellos, mientras que el haberlas capturado en esas épocas en los perímetros y las interfases indicaría que sí lo hacen en estos 2 hábitats. Bonaventura *et al.* (1992), Cittadino *et al.* (1998, 2002), Dalby (1975) y Sánchez López (1998) han observado que en invierno, cuando no hay reproducción y el hábitat se encuentra más deteriorado, las hembras de *A. azarae* disminuyen su territorialidad y sus movimientos se toman tan extensos como los de los machos. Esto puede explicar las capturas de aquel sexo durante el invierno en los galpones.

La utilización que hace *C. laucha* de los hábitats es difícil de precisar. Con respecto a la reproducción, hubo pocos indicios de ella en general, ya que no se capturaron hembras preñadas, una sola con

útero engrosado y sólo 2 individuos menores de 30 días de vida. La captura de estos 3 últimos animales en los galpones haría suponer que tal vez use este hábitat para reproducirse. Sin embargo, no podría afirmarse la situación inversa, es decir, la ausencia de individuos menores de 30 días en los perímetros no es suficiente para descartar que *C. laucha* utilice este hábitat para reproducirse, ya que dicha franja etaria resulta muy poco capturable (Kravetz *et al.* 1981b). En el sistema campo-borde, la tolerancia de *C. laucha* frente al disturbio antrópico está bien documentada (de Villafañe *et al.* 1977, Kravetz et al. 1981b, Mills *et al.* 1991). Desde este punto de vista, no podría descartarse que pueda tolerar de igual manera el disturbio periódico que sufren los galpones de pollos y reproducirse en dicho hábitat.

En cuanto a la proporción de sexos, ninguna especie mostró diferencias significativas por época o por clase etaria. Sin embargo, llama la atención la disminución en la proporción de machos con la edad en *A. azarae*. La mayor proporción de hembras en las clases etarias superiores indicarían una mortalidad diferencial donde los machos morirían a edades más tempranas que las hembras. Esto no es extraño que suceda, dado que en general los machos se desplazan más que las hembras y por lo tanto tendrían más posibilidades de ser predados. Por otra parte, los machos que se desplazan hacia los galpones de pollos probablemente se alimenten en dicho hábitat aumentando las posibilidades de morir a causa de los rodenticidas.

La mayor proporción de machos a edades tempranas (menores de 30 días de vida) podría explicarse a través de la hipótesis de Trivers y Willard (1973), según la cual, las hembras pueden ajustar la proporción de sexos de su descendencia dependiendo de su condición física y de las condiciones ambientales. Considerando que las granjas son ambientes ricos en recursos, las hembras deberían tener buena condición física. En esta situación la mejor estrategia para aumentar su fitness es producir más crías machos, ya que en condiciones ambientales favorables éstos presentarán buenas condiciones físicas y por lo tanto serán buenos competidores. Los mejores competidores podrán reproducirse con más hembras dejando así numerosa descendencia. Los resultados de Suarez *et al.* (1998) sobre *A. azarae* coincidieron con la hipótesis de Trivers y Willard (1973), pues mostraron que hembras preñadas en sitios suplementados con alimento, contenían mayor proporción de embriones machos que las hembras preñadas en sitios no suplementados. Por su parte, Zuleta y Bilenca (1992) observaron variaciones estacionales en la proporción de sexos de individuos de entre 0,5 y 60 días de vida en la misma especie, con mayor proporción de machos en verano que en primavera y otoño. Los autores interpretaron esa diferencia en base a la condición física de las hembras preñadas, que fue mejor en verano que en las otras épocas.

de Villafañe (1981), en cambio, osbervó una proporción significativamente mayor de hembras de *A. azarae* al nacer. Esta diferencia la atribuyó al polimorfismo descripto para el cromosoma X de la especie (Bianchi y Contreras 1967), según el cual los machos que presentan el alelo con el gen delecionado (xY) serían inviables, mientras que las hembras con el mismo alelo (Xx) sólo serían portadoras. Así, en

una población donde dicho alelo se encuentra presente en una frecuencia del 50%, las hembras portadoras tendrían camadas un 25% más chicas (25% que corresponde a los machos inviables) que las hembras normales (XX) (Lizarralde *et al.* 1979). Sin embargo, si la frecuencia alélica de esta deleción fuera suficientemente baja en la población, la proporción de sexos al nacer no diferiría significativamente a favor de las hembras.

En este trabajo no se realizaron estudios simultáneos de duración de la temporada reproductiva en las granjas y en el sistema campo-borde. Sin embargo, recurriendo a información registrada en trabajos anteriores llevados a cabo en el sistema campo-borde (Busch y Kravetz 1992a, Crespo *et al.* 1970, de Villafañe *et al.* 1973, Mills *et al.* 1992b, Zuleta *et al.* 1988), se puede concluir que las predicciones planteadas al comienzo de este capítulo:

- Se cumplen para *M. musculus*, que presentó reproducción continua y subadultos de edades relativamente tempranas.
- Se cumplen parcialmente para *A. azarae*, que habría prolongado su período reproductivo (o por lo menos se reclutarían los individuos nacidos a fines de la temporada reproductiva), pero que no presentaría un adelantamiento de la edad de madurez.
- No se cumplirían para *C. laucha*, que no mostró una duración del período reproductivo diferente al documentado para el sistema campo-borde ni tampoco un adelantamiento de la edad de maduración sexual.
- No es posible concluir acerca de *Oligoryzomys flavescens* y *Calomys musculinus* debido a los pocos individuos capturados.

Finalmente, los resultados obtenidos en este capítulo demuestran que los galpones de pollos favorecerían en *M. musculus* una estrategia de vida de tipo ruderal. Es probable que *A. azarae* también se vea favorecida por el mismo tipo de estrategia, ya que no se observan muchos individuos de edades avanzadas (Figura 14) y en cambio sí una mayor inversión reproductiva a través de la prolongación de la reproducción en el tiempo. *C. laucha*, en cambio, no parece responder con este tipo de estrategia. Esto podría deberse a que, dada su subordinación competitiva con respecto a *M. musculus*, no tenga acceso a los rodenticidas, algo ya observado por Kravetz *et al.* (1987), y/o no tenga acceso al alimento balanceado.

10

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

Los resultados de esta Tesis permiten concluir que:

- Las comunidades de pequeños roedores presentes en las granjas avícolas destinadas a la producción de pollos parrilleros en el partido de Exaltación de la Cruz (Provincia de Buenos Aires) están formadas por las 5 mismas especies que las comunidades de los sistemas de campos de cultivo y sus bordes: ***Akodon azarae*, *Calomys laucha*, *Mus musculus*, *Oligoryzomys flavescens* y *Calomys musculinus*.**

  Las especies más abundantes en las granjas fueron *C. laucha*, *M. musculus* y *A. azarae*, mientras que *C. musculinus* y *O. flavescens* fueron muy poco capturadas.

- La riqueza específica fue igual en los 3 hábitats, pero la distribución de especies varió: mientras que *C. laucha* y *M. musculus* fueron más abundantes en los galpones, *A. azarae* mostró la mayor densidad en los perímetros.

  La mayor equitatividad en los galpones determinó una mayor diversidad en ellos con respecto a los perímetros.

- Las interfases, hábitats que reúnen características de galpones y perímetros, fueron los hábitats con mayor abundancia de roedores, principalmente de las especies silvestres. Sin embargo, tuvieron diversidad intermedia debido a que dominó una única especie: *A. azarae*.

- El patrón de variación estacional de la abundancia de las especies silvestres en las granjas se correspondió con lo observado en trabajos previos en el sistema campo-borde, mientras que *M. musculus* no mostró diferencias significativas entre las distintas épocas del año.

  La principal fuente de colonización por roedores a las granjas sería desde el sistema campo-borde, a través de los perímetros, principalmente en los tramos enmalezados.

- La presencia de interfases, donde galpones están ubicados aproximadamente a 1m de los perímetros, favorecería el ingreso de los animales que ingresan desde la periferia.

- *M. musculus* podría ingresar además en forma pasiva (transportada por camiones) desde los depósitos de alimento balanceado. Su introducción por esta vía sería directamente a los galpones, donde se establecería rápidamente debido a que no sólo ingresarían dispersores sino también individuos de otras jerarquías sociales, incluyendo familias completas.

- Favorecida por un ingreso directo y un elevado nivel de tolerancia frente a los disturbios antrópicos, *M. musculus* no tardaría en establecerse en los galpones, donde se reproduciría.

- Las buenas condiciones y abundancia de recursos que ofrecen los galpones permiten que *M. musculus* se reproduzca en las granjas durante todo el año. Esto podría ocasionar un aumento de sus densidades hasta el punto de convertirse en una plaga. Pero la periódica aplicación de rodenticidas estaría manteniendo su abundancia estable y por debajo de cierto límite.

- La combinación entre la perturbación ocasionada por los rodenticidas y las condiciones benignas y recursos abundantes de los galpones, desarrollan en *M. musculus* una estrategia ruderal caracterizada por la posibilidad de reproducirse a edades relativamente tempranas y de dejar numerosos descendientes a través de la continuidad de la temporada reproductiva.

- *azarae* muestra en las granjas un período reproductivo más prolongado respecto del que muestra en el sistema campo-borde, mientras que *C. laucha* no responde a las condiciones de favorables de las granjas variando la duración de la estación reproductiva.

- Si bien no fue abundante, la presencia de *O. flavescens* en los galpones, sitios frecuentados por personal de la granja y donde el movimiento de los pollos favorece la producción de aerosoles, muestra la necesidad del control de roedores. La presencia de *O. flavescens* implica el riesgo de contagio de Síndrome Pulmonar por hantavirus, del cual es reservorio. Por otra parte, en un trabajo realizado en bordes de campos de cultivo del área de estudio se identificó la presencia del virus Lechiguanas (Suárez *et al.* enviado a prensa).

1. Algunas recomendaciones

El objetivo final de esta Tesis era reunir información que pudiera servir para aplicar al control de roedores en las granjas avícolas y a la prevención de enfermadades. Para eso, luego de haber discutido los aspectos teóricos y empíricos se está en condiciones de ofrecer algunas recomendaciones:

- En primer lugar se debe destacar una propuesta que también surgió en otro trabajo (Gómez Villafañe *et al.* 2001) y que fue puesta a prueba por Miñarro (2002): el desmalezamiento del perímetro. En esa puesta a prueba sólo se logró disminuir la abundancia en el perímetro (de *A. azarae*). Sin embargo, es preciso destacar que en la granja en que se llevó a cabo no existía el hábitat interfase y que la presencia de especies silvestres en los galpones fue baja en relación a la observada en este trabajo. La observación de que las especies silvestres ingresan a través de los perímetros desde el sistema campo-borde vecino sigue sosteniendo la importancia de esta recomendación.

  Al construirse una nueva granja debe procurarse evitar edificar galpones de pollos cerca de los perímetros, para no dar lugar a la aparición en la granja del hábitat «interfase». Se ha discutido en esta Tesis que este hábitat sería utilizado por todas las especies para acceder a los galpones desde los perímetros. Si no puede evitarse la presencia de este hábitat (debido a que la granjas es pequeña o a que el galpón ya está construido) debe controlarse particularmente esa zona de la granja (desmalezar el perímetro en ese tramo, mantener la vegetación baja). Una distancia prudente entre el galpón y el perímetro debería ser de por lo menos 2m.

- Otra propuesta que también surgió en el trabajo realizado por Gómez Villafañe *et al.* (2001) es el mantenimiento de la vegetación baja en todo el «espacio libre de construcciones». Se ha discutido acá que las capturas de *A. azarae* en los galpones ocurrieron siempre en trampas ubicadas en sitios con vegetación superior a los 20cm de altura.

- La aplicación periódica de rodenticidas resulta efectiva en los galpones, donde estaría evitando que las poblaciones residentes de *M. musculus* alcancen niveles de plaga. Esto coincide con lo observado por Miñarro (2002).

Todas estas medidas son complementarias y dadas las 2 formas de ingreso que según se discutió estarían utilizando los roedores para ingresar y colonizar las granjas, resulta conveniente tenerlas en cuenta para aplicar en conjunto y no seleccionar sólo algunas.

2. Propuestas para trabajos futuros

De los temas desarrollados en esta Tesis y los resultados obtenidos, surgen algunas inquietudes que pueden dar lugar a trabajos futuros. Algunas propuestas en este sentido son:

Estudios genéticos sobre las poblaciones de *M. musculus* con el objetivo de evaluar si sus poblaciones en las granjas se están desarrollando a partir de individuos que provienen de sitios alejados como galpones de almacenamiento de alimento balanceado o si sólo provienen del sistema campo-borde vecino.

Estudios comparativos de diversidad y abundancia entre granjas avícolas que tengan hábitat interfase y otras donde ese hábitat no esté presente.

Estudios comparativos de diversidad y abundancia entre galpones ubicados a distintas distancia de los perímetros, dentro de una misma granja.

MARIELA H. MIÑO

MARIA BUSCH

BIBLIOGRAFÍA

BARNES, A.M., 1975. Problems of rodent Control in rural areas. Bull. WHO 52:669-676.

BEGON, M., 1985. A general theory of life-history variation. (Chapter 5) *In*: Behavioural ecology. Ecological consequences of adaptative behaviour. R.M. Sibly and R.H. Smith (Eds.). British Ecological Society by Blackwell Scientific Publications, Oxford. 620pp.

BEGON, M., J.L. HARPER Y C.R. THOWSEND, 1988. Ecología, individuos, poblaciones y comunidades. Omega S.A., Barcelona. 886pp.

Bellocq, M.i. AND F.o. Kravetz, 1990. Practical and theoretical implications of perch use for avian predators on rodent populations. Ecosur 16:61-67.

BONHOMME, F. Y L. THALER, 1988. La evolución de la rata. Mundo Científico, 82:754-764.

BIANCHI, N.D. AND J.R. CONTRERAS, 1967. Chromosomes of the field mouse *Akodon azarae* (Cricetidae, Rodentia) with special reference to sex chromosome anomalies. Cytogenetics 6:306-313.

BILENCA, D.N., M. BUSCH, I.E. GÓMEZ VILLAFAÑE, M.H. MIÑO, U.F.J. PARDIÑAS, D.H. PODESTÁ Y O.V. SUÁREZ, en prensa. Roedores murinos introducidos: ratas (*R. norvergicus* y *Rattus rattus*) y ratones (*Mus domesticus*). *En*: Los mamíferos de Argentina. M.L. Merino, B.N. Carpinetti y A. Scorolli (Eds.) Editorial:Administración de Parques Nacionales, Buenos Aires. Versión en ingles a publicar por Durrel Wildlife Conservation Trust, U.K.

BILENCA, D.N., F.O. KRAVETZ AND G.A. ZULETA, 1992. Food habits of *Akodon azarae* and *Calomys laucha* (Cricetidae, Rodentia) in agroecosystems of central Argentina. Mammalia 56:371-383.

BILENCA, D.N. Y F.O. KRAVETZ, 1995. Daños a maíz por roedores en la región pampeana (Argentina) y un plan para su control. Vida Silvestre Neotropical 4:51-57.

BILENCA, D.N., G.A. ZULETA AND F.O. KRAVETZ, 1994. Latitudinal variation in litter size and length of the breeding season in populations of Pampas Mice, *Akodon azarae*. Mammalia 58:563-568.

BONAVENTURA, S.M., F.O. KRAVETZ AND O.V. Suarez, 1992. The relationship between food availability, space use and territoriality in *Akodon azarae* (Rodentia, Cricetidae). Mammalia 56:407-416.

BONHOMME, F. Y L. THALER, 1988. La evolución de la rata. Mundo científico 82:754-764.

BOUTIN, S., 1990. Food supplementation experiments with terrestrial vertebrates: patterns, problrms, and the future. Can. J. Zool. 68:203-220.

BOWERS, M.A. Y J.L. JR. DOOLEY, 1991. Landscape composition and the intensity and outcome of two-species competition. Oikos 60: 180-186.

BROWN, R.Z., 1960. Biological factors in domestic rodent control. Trining Guide. Rodent Control Series. CDC, Public Health Service. USDHEW, Atlanta, Georgia. 32pp.

BURKART, R, 1999. Conservación de la biodiversidad en bosques naturales productivos del subtrópico Argentino (Capítulo 8). *En*: S.D. Matteucci, J.L.Jr. Solbrig, J. Morello y G. Halffter (Eds.). Biodiversidad y uso de la tierra. Conceptos y ejemplos de Latinoamérica. EUdeBA, Buenos Aires. 580 págs.

BUSCH, M., 1988. Competencia interespecífica en roedores silvestres. Tesis Doctoral, Facultas de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. 128pp.

BUSCH, M. AND F.O. KRAVETZ, 1992a. Competitive interations among rodents (*Akodon azarae*, *Calomys laucha*, *C. musculinus* and *Oligoryzomys flavescens*) in a two habitat system. I. Spatial and numerical relationships. Mammalia 56:45-56.

BUSCH, M. AND F.O. KRAVETZ, 1992b. Competitive interations among rodents (*Akodon azarae*, *Calomys laucha*, *C. musculinus* and *Oligoryzomys flavescens*) in a two habitat system. II. Effect of species removal. Mammalia 56:541-554.

BUSCH, M., F.O. KRAVETZ, R.E. PERCICH Y G.A. ZULETA, 1984. Propuestas para un control ecológico de la FHA a través del manejo del hábitat. Medicina (Buenos Aires) 44:34-40.

BUSCH, M., M.H. MIÑO, J.R. DADON AND K. HODARA, 2000. Habitat selection by *Calomys musculinus* (Muridae, Sigmodontinae) in crop areas of the pampean region, Argentina. Ecología Austral 10:15-26.

BUSCH, M., M.H. MIÑO, J.R. DADON AND K. HODARA, 2001. Habitat selection by *Akodon azarae* and *Calomys laucha* (Rodentia, Muridae) in pampean agroecosystems. Mammalia 65:29-48.

CABRERA, A.L. Y A. WILLINK, 1980. Regiones biogeográficas en América Latina (Capítulo 8) *En*: Biogeografía de América Latina. Serie de Biología. Monografía N°13. OEA; Washington, D.C. 122pp.

CARRENO, N.B., A.M. BRIGADA, M.I. ROSI AND A. CASTRO-VÁZQUEZ, 1990. Estimating ages of corn mice (*Calomys musculinus*). J. Mamm 71:468-470.

CETICA, P.D., M.C. ANDRÉS, M. BUSCH AND M.S. MERANI, 1996. Estrous cycle in laboratory and field conditions in two species of South American Muridae (*Akodon azarae* and *Calomys laucha*). Mastozoología Neotropical 3:153-159.

CHAMBERS L.K., G.R. SINGLETON AND CH. J. KREBS, 2000. Movements and social organization of wild house (*Mus domesticus*) in the wheatlands of northwestern Victoria, Australia. J. Mammal. 81:59-69.

CITTADINO, E.A., D.N. BILENCA, M. BUSCH AND F.O. KRAVETZ, 2002. Characteristics of dispersing pampean grassland mice (*Akodon azarae*) in agroecosystems of Central Argentina. Studies on Neotropical Fauna and Environments 37:1-7.

CITTADINO, E.A., M. BUSCH AND F.O. KRAVETZ, 1998. Population abundance and dispersal in *Akodon azarae* (pampean grassland mouse) in Argentina. Can. J. Zoology 76: 1011-1018.

CITTADINO, E.A., P. DE CARLI, M. BUSCH AND F.O. KRAVETZ, 1994. Effects of food supplementation on rodents in winter. J. Mamm. 75:445-453.

CODY, M.L., 1975. Towards a theory of continental species diversities: bird distributions over mediterranean habitat gradients (Chapter: 10). *In*: M.L. Cody and J.M. Diamond (Eds.) Ecology and evolution of communities. Harvard Univ., New York, 545 págs.

CONNELL, J.H. AND R.G. SLATYER, 1977. Mechanisms succession in natural communities and their role in community stability and organization. Amer. Natur. 111:1119-1144.

CRESPO, J.A., 1966. Ecología de una comunidad de roedores silvestres en el partido de Rojas, Provincia de Buenos Aires. Rev. Muse. Arg. Cs. Nats. "Bernardino Rivadavia" 1:79-134.

CRESPO, J.A., M.S. SABATTINI, M.J. PIANTANIDA Y G. DE VILLAFAÑE, 1970. Estudios ecológicos sobre roedores silvestres. Ministerio de Bienestar Social, Buenos Aires, Argentina. 45pp.

DALBY, P.L., 1975. Biology of pampa rodents. Balcarce Area, Argentina. Publication of the Museum, Michigan State University, Biological Series 5:149-272.

DANIEL W.W., 1978. Applied Nonparametric Statistics. Houghton Mifflin Company. USA. 503pp.

DE FRANCESCHI M., 1999. Los pollos y su rápido crecimiento. Revista del Hospital Nacional Baldomero Sommer 2:144-149.

DE FRANCESCHI, M. Y H. BARRIOS, 1999. *Salmonella* y productos avícolas. Revista del Hospital Nacional Baldomero Sommer 2:81-88.

DE VILLAFAÑE, G., 1981. Reproducción y crecimiento de *Akodon azarae azarae* (Fischer, 1829). Hist. Nat. 1:193-204.

DE VILLAFAÑE, G.N.D. AND S.M. BONAVENTURA, 1987. Ecological studies in crop fields of the endemic area of Argentine hemorragic fever. *Calomys musculinus* movements in relation to habitat y abundance. Mammalia 51:233-248.

DE VILLAFAÑE, G.N., F.O. KRAVETZ, O. DONADIO, R.E. PERCICH, L. KNECHER, M.P. TORRES Y N. FERNANDEZ, 1977. Dinámica de las comunidades de roedores en agroecosistemas pampásicos. Medicina 37:128-140.

DE VILLAFAÑE, G.N.D., F.O. KRAVETZ, M.J. PIANTANIDA Y A. CRESPO, 1973. Dominancia, densidad e invasión en una comunidades de roedores de la localidad de Pergamino (Provincia de Buenos Aires). PHYSIS, Sección C 32:.47-59.

DIAMOND, J.M., J. TERBORGH, R.F. WHITCOMB, J.F. LYNCH, P.A. OPLER, CH.S. ROBBINS, D.S. SIMBERLOFF AND L.G. ABELS, 1976. Island biogeography and conservation: strategy and limitations. Science 193:1027-1032.

DUNNING, J.B., B.J. DANIELSON AND H.R. PULLIAM, 1992. Ecological processes that affect populatios in complex landscapes. Oikos 65:169-175.

ELIAS, D.J., 1988. Overview of rodents problems in developping countries. FAO, Boletín fitosanitario 36:107-110.

ELIAS, D.J. Y D.G. VALENCIA, 1984. La agricultura latinoamericana y los vertebrados plaga. Interciencia 9:223-229.

GOMEZ VILLAFAÑE, I.E., 1999. Estudio del nivel de infestación por roedores en granjas avícolas de la Provincia de Buenos Aires, y formulación de propuestas para su control. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad de Buenos Aires. 34pp.

GÓMEZ VILLAFAÑE, I.E., D.N. BILENCA, R. CAVIA, M.H. MIÑO, E.A. CITTADINO Y M. BUSCH, 2001. Environmental factors associated with rodent infestations in argentine poultry farms. British Poultry Science 42:300-307.

GRIME, J.P., 1979. Competition and the struggle for existence. 123-139. *In*: R.M. Anderson, B.D. Turner and L.R. Taylor (Eds.). Population dynamics. British Ecological Society, Symposia, 20th, UK. 434pp.

HALFFTER, G., 1999. Áreas naturales protegidas y conservación de la biodiversidad: una perspectiva latinoamericana (Capítulo 6). *En*: S.D. Matteucci, J.L.Jr. Solbrig, J. Morello y G. Halffter (Eds.). Biodiversidad y uso de la tierra. Conceptos y ejemplos de Latinoamérica. EUdeBA, Buenos Aires. 580 págs.

HODARA, K., M. BUSCH AND F.O. KRAVETZ, 2000. Effects of shelter addition on *Akodon azarae* and *Calomys laucha* (Rodentia, Muridae) in agroecosystems of Central Argentina during winter. mammalia 64:295-306.

HODARA, K., O.V. SUÁREZ AND F.O. KRAVETZ, 1997. Nesting and digging behaviour in two rodent species (*Akodon azarae* and *Calomys laucha*) under laboratory and field conditions. Z. Säugetierkunde 62:23-29.

HURBELL, S.P. AND R.B. FOSTER, 1986. Canopy gaps and dynamics of a Neotropical forest (Chapter 3). *In*: M. Crawly (Ed.). Plant Ecology, Blackwell Scientific Publications.

HUTCHINSON, G.E., 1959. Homage to Santa Rosalía, or why are there so many kinds of animals? American Naturalist 93:145-159.

INTA, 1972. Carta de suelos de la República Argentina. INTA, Buenos Aires.

KIRKLAND, G.L. JR., P.M. KRIM AND C.A. KLINEDINST, 1990. Proposed atandard protocol for pitfall sampling of small mammals. Revised by the Vertebrate Museum, Shippensburg Univ., Shippensburg, PA. 12pp.

KITZBERGER, T., 1987. Dinámica poblacional y rol comunitario de *Mus musculus* en hábitats ligados a cañaverales en el margen oriental del río Uruguay: una aproximación orientada al control. Seminario de licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. 41pp.

KRAVETZ, F.O., 1986. Control ecológico de la FHA: uso de biocidas y predación. Anales de la Fundación "Alberto J. Roemmers". Período 1982-1985, 3:101-122.

KRAVETZ, F.O., M.I. BELLOCQ, M. BUSCH, S.M. BONAVENTURA Y A. MONJEAU, 1987. Efecto de la aplicación de un anticoagulante sobre la comunidad de roedores de campos de cultivo. An. Mus. Hist. Nat., Valparaiso 18:153-156.

KRAVETZ, F.O., M. BUSCH, R.E. PERCICH, M.C. MANJÓN Y P.N. MARCONI, 1981a. Ecología de *Calomys laucha* (Rodentia, Cricetidae) en el departamento de Río Cuarto (Córdoba). II. Criterios para la determinación de edades y crecimiento. Ecología Argentina 6:35-44.

KRAVETZ, F.O., M.C. MANJÓN, M. BUSCH, R.E. PERCICH, P. MARCONI Y M.P. TORRES, 1981b. Ecología de *Calomys laucha* (Rodentia, Cricetidae) en el departamento de Río Cuarto (Córdoba). I. Dinámica de población. Ecología Argentina 6:15-22.

LAW, R. 1979. Ecological determinants in the evolution of life histiries: 81-103. *In*: R.M. Anderson, B.D. Turner and L.R. Taylor (Eds.). Population dynamics. British Ecological Society, Symposia, 20th, UK. 434pp.

LEÓN, R.J.C., G.M. RUSCH Y M. OESTERHELD, 1984. Pastizales pampeanos - impacto agropecuario. Phytocoenología, 12:201-218.

LIDICKER, W.Z., JR., 1966. Ecological observations on a feral House mouse population declining to extintion. Ecol. Monographs 36:27-50.

LIZARRALDE, M.S., N.O. BIANCHI Y M.S. MERANI, 1979. Cytogenetics of South American Akodon Rodentia (Cricetidae). VII. Origin of sex chromosome polimorphism in *Akodon azarae*. Can. J. Gen. Cyt.

LOMOLINO, M.V., J.H. BROWN AND R. DAVIS, 1989. Island biogeography of montane forest mammals in the American Southwest. Ecology 70:180-194.

LORD. F.P., 1959. The lens as an indicator of age in cottontail rabbit. J. Wildl. Mgmt. 23:358-360.

MAGURRAN, A.E., 1988. Ecological Diversity and Its Measurements. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 179pp.

MAY, R.M, 1975. Patterns of species abundance and diversity (Chapter: 4). *In*: M.L. Cody, and J.M. Diamond (Eds.). Ecology and evolution of communities. Harvard Univ., New York. 580 págs.

MC. ARTHUR, R.H. AND E.O. WILSON, 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton.

MILLS, J.N., B.A. ELLIS, J.E. CHILDS, J.I. MAIZTEGUI AND A. CASTRO VÁZQUEZ, 1992a. Seasonal changes in mass and reproductive condition of the corn mouse (*Calomys musculinus*) on the Argentine Pampa. J. Mamm. 73:876-884.

MILLS, J.N., B.A. ELLIS, K.T. MC KEE JR., J.I. MAIZTEGUI AND J.E. CHILDS, 1991. Habitat associations and relative densities of rodent populations in cultivated areas of central Argentina. Journal of Mammalogy 72:470-479.

MILLS, J.N., B.A. ELLIS, K.T. MC KEE, J.I. MAIZTEGUI Y J.E. CHILDS, 1992b. Reproductive characteristics of rodents assemblages in cultived regions of Central Argentina. J. Mamm. 73: 515-526.

MIÑARRO, F.O., 2002. Evaluación preliminarde métodos de ordenamiento del hábitat para el control de roedores en granjas avícolas de la Provincia de Buenos Aires. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad de Buenos Aires. 69pp.

MIÑO, M.H, R. CAVIA, I.E. GOMEZ VILLAFAÑE, D.N. BILENCA, E.A. CITTADINO AND M. BUSCH, 2001. Estructura y diversidad de dos comunidades de pequeños roedores en agroecosistemas de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Bol. Soc. Biol. Concepción 72:67-75.

MYERS, J.H., 1974. Genetic and social structure of feral house mouse populations on Grizzly Island, California. Ecology 55:747-759.

NUÑEZ, D., 1997. Informe de la Municipalidad de Exaltación de la Cruz. Departamento de Bromatología..

PERCICH, R.E., M. BUSCH, P.N. MARCONI Y F.O. KRAVETZ, 1980. Distribución de capturas y eficiencia de un nuevo modelo de trampas para pequeños mamíferos. Viii Reunión Argentina de Ecología. Res. pág. 50.

PIANKA, E.R., 1970. On «r» and «K» selection. Am. Nat 104:592-597.

PIANTANIDA, M., 1985. La dieta y el fotoperíodo como factores que influyen en el ciclo reproductivo de la especie de roedor cricétido *Akodon azarae* (Thomas, 1916). Comunicaciones del Museo de Ciencias Naturales «Bernardino Rivadavia» e Instituto Nacional de Investigaciones de las Ciencias Naturales, Ecología 1:61-69.

PRATT, H.D., B.F. BJORNSON AND K.S. LITTIG, 1979. Control of domestic rats and mice. CDC, Public Health Service. USDHEW, Atlanta, Georgia. 47pp.

QUINTANILLA, R.H., H.F. RIZZO Y C.P. FRAGA, 1973. Orden Rodentia:24-44. *En*: Roedores perjudiciales para el agro en la República Argentina. EUDEBA, Buenos Aires. 110pp.

RICHARDS, C.G.J. AND A.P. BUCKLE, 1987. Towards integrated rodent pest management at the village level:293-312. In: Control of mammal pests. C.J. Richards and T.Y. Ku (Eds.) Taylor & Francis, London, New York and Philadelphia. 406pp.

ROWE, F.P., 1987. The control of house mouse (*Mus musculus* L.) infestations on farms. pp:289. *In*: Control of mammal pests. C.J. Richards and T.Y. Ku (Eds.) Taylor & Francis, London, New York and Philadelphia. 406pp.

ROWE, F.P., A. BRADFIELD, R.J. QUY AND T. SWINNEY, 1985. Relationship between eye lens weight and age in the wild house mouse (*Mus musculus*). J. Appl. Ecol. 22:55-61.

ROWE, F.P., T. SWINNEY AND R.J. QUY, 1983. Reproduction of the House mouse (*Mus musculus*) in farm buildings. J. Zool., Lond. 199:259-269.

SÁNCHEZ LÓPEZ, M.I., 1998. Factores que limitan la abundancia de los roedores múridos en el delta del Paraná. Tesis Doctoral, Facultad de Cienciias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. 150pp.

SIBLY, R. AND P. CALOW, 1985. Classification of habitats by selection pressures: a synthesis of life-cycle and r/K theory. (Chapter 4) *In*: Behavioural ecology. Ecological consequences of adaptative behaviour. R.M. Sibly and R.H. Smith (Eds.). British Ecological Society by Blackwell Scientific Publications, Oxford. 620pp.

SINGLETON, G.R. AND T. REDHEAD, 1989. House mouse plagues. *In*: Mediterranean landscapes in Australia:418-434. J.C. Noble and R.A. Bradstock (Eds.) Mallee Ecosystems and their Managements (CSIRO), Melbourne.

SINGLETON, G.R. AND T. REDHEAD, 1990. Structure and biology of house mouse populations that plague irregularly: an evolutionary perspective. Biological Journal of the Linnean Society 41:285-300.

SOKAL, R.R. AND F.J. ROHLF, 1980. Biometry. The Principies and Practice of Statistics in Biological Research. 2nd Edition. W.H. Freeman and Company, New York. 877pp.

SOLBRIG, O.T., 1999. Biodiversidad, desarrollo económico y sustentabilidad en la Pampa argentina (Capítulo 7). *En*: S.D. Matteucci, J.L.Jr. Solbrig, J. Morello y G. Halffter (Eds.). Biodiversidad y uso de la tierra. Conceptos y ejemplos de Latinoamérica. EUdeBA, Buenos Aires. 580 págs.

SOUTHWOOD, T.R.E., 1977. Habitat, the tmplet for ecological strategies? Journal of Animal Ecology 46:337-365.

SOUSA, W.P., 1979. Experimental investigations of disturbance and ecological succession in a rocky intertidal algal community. Ecological Monographs 49:227-254.

STEARNS, S.C., 1995. Age and size at maturity (Chapter 6). *In*: The evolution of life histories. Oxford University Press, New York. 249pp.

SUÁREZ, O.V., 1996. Estrategias reproductivas y cuidado parental en *Akodon azarae* (Rodentia, Muridae). Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires. 215pp.

SUÁREZ, O.V., G. CUETO, R. CAVIA, I. GÓMEZ VILLAFAÑE, D. BILENCA, A. EDELSTEIN, P. MARTINEZ, S. MIGUEL, C. BELLOMO, K. HODARA, P. PADULA Y M. BUSCH. Prevalence of infection with Hantavirus in rodent population of Central Argetnina. Mamorais do Inst. Oswaldo Cruz, enviado.

SUÁREZ, O.V., H.J. GAVIEIRO, M. BUSCH Y C. BUSCH, 1998. Estrategias reproductivas en *Akodon azarae* (Rodentia, Muridae). XIV Jornadas Argentinas de Mastozoología, Salta. Res. pág. 41.

TIMM, R.M., 1987. Commensal rodents in insulated livestock buildings:15-18. *In*: Control of mammal pests . C.J. Richards and T.Y. Ku (Eds.) Taylor & Francis, London, New York and Philadelphia. 406pp.

TRIVERS, R.L. AND D.E. WILLARD, 1973. Sex ratio in open and enclosed vole populations: demographic implications. Am. Nat. 105:324-344.

VALENZUELA, L.O., 2001. Variación estacional y desplazamientos de poblaciones de pequeños roedores en dos granjas avícolas. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad de Buenos Aires. 53pp.

VEBLEN, T.T., 1985. Stand dynamics in Chilean *Nothofagus* forest (Chapter 3). *In*: S.T.A. Pickett and P.S. White (Eds.). The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press.

VITOUSEK, P.M., H.A. MOONEY, J. LUBCHENCO Y J.M. MELILLO, 1997. Human domination of Earth´s ecosystems. Science 277: 494-499.

WHITE, P.S. AND S.T.A. PICKETT, 1985. Natural disturbance and patch dynamics: an introduction (Chapter 1). *In*: S.T.A. Pickett and P.S. White (Eds.). The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press.

ZULETA, G.A., 1989. Estrategia de historia de vida en el ratón del pastizal pampeano *Akodon azarae*. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires.

ZULETA, G.A. AND D.N. BILENCA, 1992. Seasonal shifts within juvenil recruit sex ratio of pampas mice (*Akodon azarae*). J. Zool., London 227:397-404.

ZULETA, G.A., F.O. KRAVETZ, M. BUSCH Y R.E. PERCICH, 1988. Dinámica poblacional del ratón del pastizal pampeano (*Akodon azarae*) en ecosistemas agrarios de Argentina. Revista Chilena de Historia Natural 61:231-244.