

## Tesis de Posgrado

# Comparación de las comunidades de roedores sigmodontinos entre parcelas de maíz y soja en agroecosistemas pampeanos

Courtalon, Paula

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](http://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](http://digital.bl.fcen.uba.ar). It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

**Cita tipo APA:**

Courtalon, Paula. (2003). Comparación de las comunidades de roedores sigmodontinos entre parcelas de maíz y soja en agroecosistemas pampeanos. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

[http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_3633\\_Courtalon.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_3633_Courtalon.pdf)

**Cita tipo Chicago:**

Courtalon, Paula. "Comparación de las comunidades de roedores sigmodontinos entre parcelas de maíz y soja en agroecosistemas pampeanos". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 2003.

[http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_3633\\_Courtalon.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_3633_Courtalon.pdf)

**EXACTAS** UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



**UBA**

Universidad de Buenos Aires

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

**COMPARACIÓN DE LAS COMUNIDADES  
DE ROEDORES SIGMODONTINOS ENTRE PARCELAS  
DE MAÍZ Y SOJA EN AGROECOSISTEMAS  
PAMPEANOS.**

POR:  
Lic. Paula Courtalon

DIRECTOR:  
Dra. María Busch

3633

Tesis presentada para optar al título de Doctora de la Universidad de Buenos Aires.

2003

**A Karina Alba**

## Comparación de las comunidades de roedores sigmodontinos entre parcelas de maíz y soja en agroecosistemas pampéanos.

### RESUMEN

El propósito de este trabajo fue estudiar las comunidades de roedores sigmodontinos en parcelas de cultivo de maíz y soja en Agroecosistemas Pampéanos. Se realizó en la localidad de Diego Gaynor, Partido de Exaltación de la Cruz, Provincia de Buenos Aires, Argentina, en dos años consecutivos (períodos) en que se siguió parcelas de cultivo desde su siembra (o etapa temprana) hasta la post cosecha (rastros). Para cada tipo de cultivo, tuvimos en cuenta la parcela completa y cada uno de los hábitats (campo de cultivo y sus márgenes enmalezados, bordes). En una primera parte se estudiaron las características de las comunidades a lo largo del ciclo completo de los cultivos en cuanto a composición específica, abundancia relativa y diversidad; y en una segunda parte describimos las características de las poblaciones de las distintas especies según el tipo de parcela de cultivo en cuanto a abundancia, estructura poblacional y condición física de los individuos. Se evaluó también si las diferencias en la abundancia de los cultivos a término y en la poscosecha pueden ser debidas al tiempo transcurrido desde la siembra. Las comunidades de roedores estuvieron compuestas por las mismas especies en ambos tipos de parcela: *Akodon azarae*, *Calomys laucha*, *Calomys musculinus* y *Oligoryzomys flavescens*, aunque no estuvieron siempre presentes todas las especies en todos los meses de muestreo en los dos cultivos. *A. azarae* y *C. laucha* fueron las especies más abundantes, la primera fue más capturada en los bordes de campos de cultivo y la segunda en los campos, independientemente del tipo de cultivo. La diversidad fue mayor en las parcelas de maíz que en las de soja cuando los cultivos estaban maduros o luego de la cosecha. Las diferencias en diversidad se debieron tanto a cambios en la riqueza (generalmente por ausencia de *C. musculinus* u *O. flavescens*) como a cambios en la equitatividad (por una mayor similitud en las densidades entre *C. laucha* y *A. azarae*).

Las diferencias en abundancia entre las parcelas de maíz y soja, así como para los hábitats de campo y borde, variaron según el período y el momento de muestreo. La abundancia total de roedores fue mayor en las parcelas de maíz que de soja, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. *C. laucha* fue la especie que mostró mayores diferencias entre tipos de cultivo, ya que fue más abundante en las parcelas (incluyendo campos y bordes) y en los campos de maíz respecto a los de soja en el primer período, mientras que en el segundo fue significativamente más abundante en los bordes de maíz que en los de soja. El mayor uso del hábitat de campo por *C. laucha* respecto a las otras especies de roedores podría ser la causa de que esta especie sea la que muestra mayores variaciones de acuerdo al tipo de cultivo, ya que sufre en mayor grado los efectos de las labores, que difieren entre parcelas de maíz y soja. *A. azarae* fue más abundante en las parcelas de soja que las de maíz en el segundo período, pero en la pos cosecha del primer período fue más abundante en las parcelas de maíz. Una respuesta diferencial de estas especies frente a los tipos de cultivo es consistente con las diferencias que muestran en la selección de macro y microhábitat observadas en trabajos previos. *C. musculinus* fue más abundante en los campos de maíz en el primer período, pero no mostró diferencias significativas en el segundo. *O. flavescens* fue más abundante en los bordes de maíz que de soja en ambos períodos, pero las diferencias fueron significativas sólo en el primer período. Ambas especies fueron muy escasas.

La mayor abundancia de *A. azarae* en la soja respecto a maíz en el segundo período puede atribuirse a distintos factores, en primer lugar a una mayor densidad en primavera, a una mayor duración de la estación reproductiva (que se extendió hasta mayo, mientras que en el maíz se interrumpió antes) y a una mayor supervivencia de adultos viejos luego de la cosecha.

Las parcelas de maíz y soja mostraron las mayores diferencias luego de la cosecha, probablemente porque los rastrojos de maíz habían permanecido mayor tiempo sin disturbios luego de la cosecha que los de soja, permitiendo la recuperación de las poblaciones, ya que la cosecha de maíz se produce cuando aún hay reproducción.

## Sigmodontine rodent communities in soybean and maize fields in pampean agroecosystems

### SUMMARY

The goal of this Thesis was to study rodent communities in corn and soybean fields in pampean agroecosystems. The study was conducted at Diego Gaynor, Exaltación de la Cruz Department, Buenos Aires Province, Argentina in two consecutive cycles of development of crops (periods). For each type of field (soybean and maize) I considered two habitats: the cropfields and the edges (borders). In a first section I studied diversity, species composition and relative abundance along the different stages of crops, and in a second section I described the variations between soybean and maize fields (taking in account the variability according to the month of sampling and habitats) in abundance, population structure, reproductive activity and individual physical condition for the different species. The effect of the time elapsed between sowing and sampling was also assessed.

Species composition of rodent communities in soybean and maize fields were the same: *Akodon azarae*, *Calomys laucha*, *Calomys musculinus* and *Oligoryzomys flavescens*, but the 4 species were not present in all samplings in both types of fields. The first two species were the more abundant, *A. azarae* in borders and *C. laucha* in fields. Rodent diversity was higher in corn than in soybean fields when crops were mature or after the harvest. Differences in diversity were the result of changes in both richness (specially because of absence of *C. musculinus* or *O. flavescens*) and evenness, specially when *A. azarae* and *C. laucha* showed similar densities.

Differences in abundance between maize and soybean fields, as well as in their habitats, varied according to the period and the month of sampling. Total abundance of rodents was higher in maize than in soybean fields, but differences were not significant. *C. laucha* was the species which showed more differences between types of crops, being more abundant in the whole maize field (including the cropfield and the edges) in both periods and in corn cropfields with respect to soybean cropfields in the first period, while in the second it was more abundant in maize than in soybean edges. A higher response of *C. laucha* to crop type than the other studied species may have been expected because it is the more abundant species in cropfields, and suffers in a high degree the effect of labors which are different for both crops. *A. azarae* was more abundant in soybean than in maize fields in the second period but in the post harvest (May) of the first period maize stubbles appeared to be a better habitat than soybean stubbles, because there was a higher density, individuals showed a higher physical condition than in soybean fields, there was reproductive activity and old individuals, whereas in soybean fields there was not reproductive activities and old individuals were not captured. A differential response to crop type by *C. laucha* and *A. azarae* is consistent with their differences in macro and microhabitat selection observed in previous studies. *C. musculinus* was more abundant in cornfields in the first period (considering all samplings and in May), but did not show differences between types of cropfields in the second period. *O. flavescens* was more abundant in maize than in soybean borders in both periods, but differences were significant only the first year. both species were rarely captured.

The higher abundance of *A. azarae* in soybean with respect to maize fields in the second period may be attributed to many factors, as a higher initial density in spring, a longer reproductive period, and a higher survival of adults to the post harvest period.

Maize and soybean fields showed the highest differences in the post harvest period, probably because maize stubbles had remained undisturbed more time after harvest than soybean fields, allowing a recover of populations.

## AGRADECIMIENTOS

A la Dra. María Busch por su colaboración en las tareas de campo , análisis y discusión de resultados. Por compartir a lo largo de estos últimos 10 años, en los cuáles he formado parte de su grupo de investigación, primero cómo seminarista, después cómo becaria de postgrado, todas la etapas positivas y negativas que implican trabajar en ecología .

A la familia Lennon de Diego Gaynor, especialmente a la Sra. Adriana Lennon por su ayuda incondicional y afecto, sin los cuales la primera etapa del trabajo de campo me hubiera resultado mucho más difícil.

A Sebastián Albarracín por su apoyo en las tareas de campo.

A Verónica Manrique, por su amistad y cariño; por su colaboración incondicional en las tareas de campo y muy especialmente en las “búsquedas bibliográficas on-line”.

A la Dra. María Bustos por sus oportunos comentarios a lo largo de la realización de esta tesis.

A la Lic. Mónica Cantoni, por su amistad a lo largo de todos estos años y su colaboración en la presentación de las figuras y fotos de la tesis.

A los integrantes del laboratorio de ecología de roedores. A todas las personas del Departamento de Ecología Genética y Evolución que colaboraron de alguna u otra manera con la realización de este trabajo.

Al CONICET, y la Universidad de Buenos Aires por financiar este trabajo.

A mi familia: Karina, Ana, Camila, Graciela y Esteban por su apoyo constante sin el cuál todo esto no hubiera sido posible.

## ÍNDICE.

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN GENERAL</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1. Antecedentes.  | 2         |
| 1.2. Objetivo General.  | 9         |
| <b>CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.</b>   | <b>10</b> |
| 2.1. Área de estudio.   | 11        |
| 2.1.1. Características bioclimáticas.   | 11        |
| 2.1.2. Vegetación característica.   | 12        |
| 2.1.3. Fauna característica.  | 13        |
| 2.1.4. Características del sistema estudiado.   | 14        |
| 2.1.4.1. Uso del hábitat.   | 14        |
| 2.1.4.2. Labores agrícolas en la localidad de Diego Gaynor.   | 16        |
| 2.1.5. Clasificación sistemática de los roedores sigmodontinos.   | 22        |
| <b>CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO DE MUESTREO.</b>  | <b>23</b> |
| 3.1. Muestreos de captura - marcado - recaptura.  | 24        |
| 3.2. Muestreos de captura muerta.   | 28        |
| <b>CAPÍTULO 4: COMPOSICIÓN ESPECÍFICA,<br/>ABUNDANCIA RELATIVA Y DIVERSIDAD.</b>  | <b>31</b> |
| 4.1. Introducción.  | 32        |
| 4.2. Hipótesis y Objetivos.   | 35        |
| 4.3. Materiales y Métodos.  | 37        |
| 4.3.1. Trabajo de campo.  | 37        |
| 4.3.2. Análisis de datos.   | 37        |
| 4.3.3. Análisis estadístico.  | 38        |
| 4.4. Resultados.  | 40        |
| 4.4.1. Primer periodo.  | 40        |
| 4.4.1.2. Variaciones en la diversidad entre parcelas de maíz y soja.  | 40        |
| 4.4.1.3. Variaciones en la diversidad entre parcelas de maíz y soja,<br>considerando campos y bordes.                                   | 41        |
| 4.4.1.4. Variaciones en la diversidad entre parcelas de maíz y soja<br>en los distintos meses de muestreo.                              | 43        |
| 4.4.1.5. Variaciones en la diversidad entre parcelas de maíz y soja,<br>considerando campos y bordes en los distintos meses de muestreo | 45        |
| 4.4.2. Segundo Periodo.   | 48        |
| 4.4.2.1. Variaciones en la diversidad entre parcelas de maíz y soja.  | 48        |
| 4.4.2.2. Variaciones en la diversidad entre parcelas de maíz y soja,<br>considerando campos y bordes.                                   | 49        |
| 4.4.2.3. Variaciones en la diversidad entre parcelas de maíz y soja<br>en los distintos meses de muestreo.                              | 51        |
| 4.4.2.4. Variaciones en la diversidad entre parcelas de maíz y soja,<br>considerando campos y bordes en los distintos meses de muestreo | 53        |
| 4.5. Discusión.   | 57        |

|  |    |
|--|----|
| <b>CAPÍTULO 5: ABUNDANCIA , ESTRUCTURA POBLACIONAL,<br/>Y CONDICIÓN FÍSICA</b>   | 60 |
| <b>5A. INTRODUCCIÓN</b>  | 61 |
| <b>SECCIÓN 5.1. Variaciones en la abundancia.</b>  | 66 |
| 5.1.1. Hipótesis y Objetivos.  | 67 |
| 5.1.2. Materiales y Métodos.   | 68 |
| 5.1.2.1. Trabajo de campo.   | 68 |
| 5.1.2.2. Estimación de la abundancia relativa.   | 68 |
| 5.1.2.3. Análisis estadístico.   | 68 |
| 5.1.3. Resultados.   | 69 |
| 5.1.3.1. Variaciones en la abundancia en el Primer Período.  |    |
| 5.1.3.1.a. Diferencias en la abundancia de roedores entre parcelas de maíz y soja.   | 69 |
| 5.1.3.1.b. Diferencias en la abundancia de roedores entre parcelas de maíz y soja considerando los hábitats de campo y borde.                          | 69 |
| 5.1.3.1.c. Diferencias en la abundancia de roedores entre parcelas de maíz y de soja en cada mes de muestreo.  | 71 |
| 5.1.3.1.d. Diferencias en la abundancia de roedores entre parcelas de maíz y soja considerando los hábitats de campo y borde, en cada mes de muestreo. | 73 |
| 5.1.3.2. Variaciones en la abundancia en el Segundo Período.   | 75 |
| 5.1.3.2.a. Diferencias en la abundancia de roedores entre parcelas de maíz y soja.   | 75 |
| 5.1.3.2.b. Diferencias en la abundancia de roedores entre parcelas de maíz y soja considerando los hábitats de campo y borde.                          | 75 |
| 5.1.3.2.c. Diferencias en la abundancia de roedores entre parcelas de maíz y de soja en cada mes de muestreo.  | 75 |
| 5.1.3.2.d. Diferencias en la abundancia de roedores entre parcelas de maíz y soja considerando los hábitats de campo y borde, en cada mes de muestreo. | 77 |
| <b>SECCIÓN 5.2. Estructura de las Poblaciones y Aspectos Reproductivos.</b>  | 80 |
| 5.2.1. Objetivo e Hipótesis.   | 81 |
| 5.2.2. Materiales y Métodos.   | 81 |
| 5.2.2.1. Trabajo de campo.   | 81 |
| 5.2.2.2. Análisis Estadístico.   | 82 |
| 5.2.2.3. Proporción de sexos.  | 82 |
| 5.2.2.4. Estructura de edades.   | 82 |
| 5.2.2.5. Reproducción.   | 83 |
| 5.2.3. Resultados.   | 84 |
| 5.2.3.1. Primer período.   | 84 |
| 5.2.3.1.1. <i>Akodon azarae</i> .  | 84 |
| 5.2.3.1.1.a. Proporción de Sexos.  | 84 |
| 5.2.3.1.1.b. Reproducción y Estructura de Edades.  | 84 |
| 5.2.3.1.2. <i>Calomys laucha</i>   | 87 |
| 5.2.3.1.2.a. Proporción de Sexos.  | 87 |
| 5.2.3.1.2.b. Reproducción y Estructura de Edades.  | 87 |
| 5.2.3.2. Segundo período.  | 89 |
| 5.2.3.2.1. <i>Akodon azarae</i>  | 89 |
| 5.2.3.2.1.a. Proporción de Sexos.  | 89 |
| 5.2.3.2.1.b. Reproducción y Estructura de Edades.  | 89 |

|   |                                      |            |
|---|--------------------------------------|------------|
| 5.2.3.2.2.  | <i>Calomys laucha</i> .              | 91         |
| 5.2.3.2.2.a.  | Proporción de Sexos.                 | 91         |
| 5.2.3.2.2.b.  | Reproducción y Estructura de Edades. | 91         |
| <b>SECCIÓN 5.3. Condición Física.</b>   |                                      | <b>93</b>  |
| 5.3.1.  | Objetivo e Hipótesis.                | 94         |
| 5.3.2.  | Materiales y Métodos.                | 94         |
| 5.3.2.1.  | Trabajo de campo.                    | 94         |
| 5.3.2.2.  | Estimación de la condición física.   | 95         |
| 5.3.2.3.  | Análisis estadístico.                | 95         |
| 5.3.3.  | Resultados.                          | 96         |
| 5.3.3.1.  | Experiencia de captura viva.         | 96         |
| 5.3.3.1.1.  | Primer periodo.                      | 96         |
| 5.3.3.1.2.  | Segundo periodo.                     | 97         |
| 5.3.3.2.  | Experiencia de captura muerta.       | 98         |
| <b>SECCIÓN 5.4. Efecto del tiempo desde la siembra sobre la<br/>abundancia de roedores.</b> |                                      | <b>99</b>  |
| 5.4.1.  | Objetivo e Hipótesis.                | 100        |
| 5.4.2.  | Materiales y Métodos.                | 100        |
| 5.4.2.1.  | Análisis Estadístico.                | 101        |
| 5.4.3.  | Resultados.                          | 101        |
| <b>5.B.DISCUSIÓN</b>  |                                      | <b>106</b> |
| <b>CAPÍTULO 6: Conclusiones y recomendaciones.</b>  |                                      | <b>110</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>   |                                      |            |
| <b>Anexo N°1. Normas de bioseguridad para trabajar<br/>con roedores silvestres.</b>         |                                      | <b>128</b> |

**CAPITULO 1**  
**INTRODUCCIÓN GENERAL**

### **1.1. Antecedentes.**

Un agroecosistema es un ecosistema sometido por el hombre a frecuentes modificaciones de sus componentes bióticos y abióticos (Soriano y Aguiar 1998). Su complejidad deriva no sólo de las interacciones ecológicas que operan en él sino también de los componentes socioeconómicos que el hombre ubica en el eje de la actividad agrícola. La introducción de la actividad agrícola en un ambiente “natural” significa el reemplazo del sistema silvestre por un ensamblaje de cultivos, ganado, pestes, plagas, alambrados, máquinas e instalaciones varias, y por la trama de procesos que estos componentes determinan. Si bien los procesos característicos del ecosistema tales como la competencia, la depredación y la herbivoría continúan operando cuando el sistema silvestre es reemplazado, estos son ahora regidos de un modo peculiar por las labranzas, el manejo de los animales, la aplicación de distintos tipos de subsidios, y las labores agrícolas ( Soriano y Aguiar 1998).

Jacobs (2003). plantea que las labores agrícolas representan un disturbio; White and Pickett (1985). plantean que un disturbio es algún evento discreto en el tiempo que “desorganiza” la estructura del ecosistema, comunidades o población y cambia los recursos, sustratos disponibles o el medio físico. Inevitablemente entonces debemos interpretar el disturbio dependiendo de las dimensiones temporales y espaciales en las que realicemos nuestras observaciones. Debido a que muchos autores utilizan en forma indistinta los términos disturbio o perturbación para referirse al efecto de las labores agrícolas ( Soriano y Aguiar 1998, Belloq 1988, Busch et al. 1984), nosotros en este trabajo utilizaremos ambos términos como equivalentes .

¿Existe alguna relación entre la diversidad y los disturbios?. Noss (1990) incluye tres ejes (composición, estructura y procesos) y cuatro niveles (genes dentro de la población, especies dentro de la comunidad, ecosistema y paisaje) en su definición de diversidad biológica. White and Harrod (1997) plantean que los disturbios pueden afectar a todas estas dimensiones y propone que la diversidad puede variar de diferentes maneras de acuerdo a la escala por ello los efectos de los disturbios son escala dependiente.

El disturbio producido por el hombre en las labores agrícolas, genera un nuevo hábitat “el campo de cultivo ”; generando así la partición de la matriz original en campos, bordes enmalezados (corredores) y manchones remanentes de ambientes naturales, este proceso de partición es conocido con el nombre de fragmentación (Wilcove et al., 1986) .

Bellocq (1988), toma los conceptos que definen la matriz del paisaje de acuerdo a lo planteado por Forman y Godron, (1986), e interpreta que los campos de cultivo de los agroecosistemas pampeanos son el elemento del paisaje más extenso. Los bordes de campos y caminos son los más conectados. Cuando éstos se desarrollan entre dos campos, son barreras permeables debido a su forma alargada prácticamente lineal. Los bordes y caminos poseen la más alta diversidad de microhábitats y su comunidad asociada., Bellocq (1988). sugiere definirlos como corredores. Bellocq (1988) plantea que el paisaje en los agroecoistemas evolucionó de acuerdo a las transformaciones en el uso de la tierra de una matriz de pasturas naturales a un estado intermedio, dado por la misma matriz, manchones de perturbación, escasas instalaciones humanas, y una red de corredores pobre, dada por las carreteras y el parcelamiento de varios cientos de hectáreas. Actualmente, la matriz es el área perturbada (campos de cultivo), con manchones remanentes de baja perturbación ( pasturas naturales), y una vasta red simétrica de corredores ( los bordes de campos de cultivo) dadas por la partición de decenas de hectáreas.

Está muy bien documentada la respuesta de pequeños roedores a los disturbios generados por el hombre en las labores agrícolas, como ejemplos podemos citar los efectos de la cosecha sobre *Apodemus sylvaticus* (Tew and Macdonald, 1993) ; efectos del arado y preparación de los campos para la siembra sobre *Microtus canicucaudus* ( Edge et al. 1995) y el efecto de distintas labores sobre la comunidad de roedores (Freemark K., 1995). Jacobs, J. (2003) propone que las respuestas de la poblaciones de roedores a las labores agrícolas difiere dependiendo de la intensidad del disturbio, propone un gradiente de disturbio: preparación de los campos para la siembra < cosecha < arar posterior a la cosecha.

Las especies de roedores sigmodontinos más abundantes que habitan los agroecosistemas pampeanos son *Calomys laucha*, *Calomys musculinus*, *Akodon azarae* y *Oligoryzomys flavescens* .

En los agroecosistemas estudiados los dos hábitat principales disponibles para las especies de roedores silvestres son los campos de cultivo y sus bordes; estos últimos son los márgenes enmalezados que sufren menores variaciones en la cobertura vegetal y son menos afectados por los trabajos agrícolas que los campos (Busch et al. 1992 a ,b;1997; 2000; 2001; Hodara, 1997a; 2000). *C. laucha* es la especie más abundante, en los hábitat de campo; mientras que *A. azarae* es la más abundante en hábitat de borde, compartiendo este hábitat con *O. flavescens* (Busch y Kravetz 1992 a, b). *C. musculinus* ocupa mayor diversidad de hábitats, ya que se la captura tanto en los bordes como en los campos de las parcelas de cultivo (Busch et al. 2000; Polop y Sabattini, 1993; Mills y col. 1991b; Ellis et al. 1997).

*C. laucha* y *C. musculus* han sido caracterizadas como especies tolerantes a los disturbios y buenas colonizadoras (Busch et al. 1984; Busch et al 1997, 1992 a, b; 2000; 2001; Mills et al. 1991; Kravetz y de Villafañe 1981a; Kravetz 1978; de Villafañe et al 1977) en cambio *A. azarae* y *O. flavescens* son especies sensibles a los disturbios, y son más abundantes en áreas menos perturbadas como los bordes de las parcelas de cultivo donde la vegetación asociada es más parecida a la de los pastizales naturales (Cittadino et al. 1997; Bilencia y Kravetz 1995, Busch y Kravetz 1992a, Crespo et al. 1966, Zuleta et al 1988. de Villafañe et al. 1977).

Las comunidades de roedores han sufrido cambios en su composición y estructura acompañando a los cambios en las características del ambiente, tanto por la respuesta individual de las especies como por cambios en las relaciones de competencia. Los pastizales originales poco perturbados mostraban probablemente una mayor dominancia de los géneros *Akodon* y *Bolomys*, mientras que las labores agrícolas favorecieron el incremento de los *Calomys*, especies más r estrategas y adaptadas a las perturbaciones (Kravetz y Polop 1983). Los efectos de las labores agrícolas y de los cambios estacionales del ambiente afectan a las distintas especies de distintas maneras, lo que a su vez tiene como consecuencia diferencias en las características de las comunidades según los tipos de labores.

En el hábitat de campo la maquinaria agrícola produce perturbaciones en la estructura del suelo, las cuales influyen sobre la nidificación de las especies del género *Calomys* (Busch et al 1984; Hodara 1997b). Hay momentos en que los campos presentan ambientes muy favorables (campos de maíz y soja a término) mientras que luego de la cosecha su calidad disminuye. Las especies de roedores estudiadas son capaces de seleccionar los hábitats de acuerdo a su calidad y efectúan movimientos respondiendo a los

cambios ocurridos en los dos tipos de hábitat (Cittadino 1994; Busch et al 1997; Hodara 1997a). Luego de la cosecha el pastoreo también afecta la densidad de roedores, produciendo su disminución; la cual esta asociada con la reducción de la cobertura vegetal que empeora las condiciones generales del hábitat y favorece la acción de los depredadores, causando entonces mayores perturbaciones en los campos que en los bordes (Busch et al 1984; Bellocq y Kravetz 1990). En el hábitat de borde las variaciones son estacionales y principalmente debidas a causas naturales, dado que el ingreso de las maquinarias agrícolas en los campos los afecta muy poco.

Algunos estudios han puesto de manifiesto que existe una sincronización entre los ciclos poblacionales de *C. laucha* y los de cultivos estivales (maíz, soja), lo cual pasa a ser un factor determinante en su distribución y abundancia en los campos estivales del Depto de Río Cuarto ( Kravetz et al. 1981 b). Dicho patrón también se observó en la localidad de Diego Gaynor, donde Busch et al. (1984) plantean que el calendario de siembra de los campos de maíz permiten una mayor sincronización con el período reproductivo de *C. laucha* que el cultivo de soja. Busch et al (1997)., demostraron que *C. laucha* usa ambos hábitat equitativamente en ausencia de *A. azarae*, mientras que en presencia de esta competidora muestra aparente preferencia por los campos de cultivo . Esta característica de usar ambos hábitat le proporcionaría a los individuos de *C. laucha* un mayor fitness individual que si solo usara un único tipo de hábitat

*C. musculus* muestra densidades mayores en otoño que en invierno en los agroecosistemas pampeanos (Busch et al 2000) y se la captura tanto en bordes como en campos de las parcelas de cultivo (Busch et al. 2000; Polop y Sabbattini 1993; Mills et al 1991, 1992a,b; 1991b; Ellis et al. 1997). Busch et al 2000 plantean que es más abundante

en los bordes que en los campos, mientras que Ellis et al. 1997 proponen que invade los campos desde el borde cuando el cultivo ha crecido y la cobertura es alta.

*A. azarae* usa diferencialmente los bordes de los campos de cultivo (Zuleta et al. 1988; Zuleta 1989; Mills et al. 1991; Busch y Kravetz 1992a ). En época reproductiva (octubre - mayo), las hembras adultas de esta especie ocupan microhábitats con abundante cobertura vegetal verde con predominio de gramíneas (Bonaventura y Kravetz 1984; Bonaventura et al. 1992). Según Zuleta et al (1998) y Zuleta (1989) las crías y juveniles de *A. azarae* abandonan los bordes para ocupar sitios menos propicios dentro de los campos en época no reproductiva, durante la fase de incremento de la densidad (abril mayo) . Entre junio y julio, debido a la desaparición de los adultos residentes dentro de los bordes y al estado de mala calidad de los campos luego de la cosecha, estos individuos socialmente subordinados recolonizan los bordes ocupando microhábitats óptimos que favorecen su sobrevivencia invernal.

El inicio de los estudios ecológicos sobre estas especies en los agroecosistemas pampeanos hace alrededor de 30 años estuvieron relacionados con la epidemiología de la Fiebre Hemorrágica Argentina (FHA); enfermedad endémica en cuya epidemiología intervienen los roedores sigmodontinos. *C. musculus* fue reconocido como el reservorio del virus Junín, agente etiológico de la F.H.A en la naturaleza ( Sabattini y col. 1977; Sabattini y Contigiani, 1982). A este problema sanitario se le suma actualmente el Síndrome Pulmonar por Hantavirus (SPH), en el cual los roedores sigmodontinos también están involucrados. El reservorio natural del virus lechiguanas que produce SPH en humanos en la Provincia de Buenos Aires es *Oligoryzomys flavescens* (Calderon et al. 1999). Estudios realizados entre marzo de 1999 y febrero del 2001 en el partido de Exaltación de al Cruz, arrojaron que un 13% de los individuos de *A. azarae* y un 11 % de

*O. flavescens* presentaban anticuerpos contra Hantavirus ( Suárez et al.2003). En *A. azarae* se identificó el genotipo Pergamino y en *O. flavescens* el genotipo Andes Central Lechiguanas, este último causante de casos de síndrome pulmonar por Hantavirus en humanos .

Entre los antecedentes de estudios de la variación de las densidades de especies de roedores según el tipo de cultivo Busch et al. (1984), realizaron un estudio para analizar la variación de las densidades de especies de roedores según el tipo de cultivo y manejo agrícola, con el fin de plantear medidas de control ecológico de la FHA a través del manejo de hábitats. Observaron que los campos de maíz a termino mostraban mayor densidad de roedores que los de soja a término. Además observaron un efecto diferencial del tipo de cultivo y manejo según la especie de roedor considerada, siendo las del género *Calomys* las que mostraban mayor variación. Este trabajo sugiere la reducción del cultivo de maíz a favor de la soja, a fin de disminuir las densidades de roedores del género *Calomys sp.*

Las diferencias observadas entre los cultivos de maíz y soja pueden haberse debido tanto a las diferencias en el calendario de siembra, ya que el maíz se siembra más tempranamente que la soja, como mayor disponibilidad de recursos , menor riesgo de depredación u otros; o a una interacción entre varios factores. Si hubiera una mayor disponibilidad de recursos en los campos de maíz esperaríamos una mejor condición física de los roedores en parcelas de cultivo de maíz respecto a los de soja. Los cambios en la disponibilidad y calidad de los recursos alimenticios repercuten sobre la condición física de los roedores. Varios trabajos han documentado la pérdida de peso y el empeoramiento de la condición física de roedores en el invierno o durante períodos de sequías ligados a una disminución de la disponibilidad de alimento y/o al mayor rigor climático, con

consecuencias negativas para su sobrevivencia y reproducción (Ellis et al. 1998; Batzli and Pitelka 1971; Heikura 1977, Perrin 1979, Murie and Boag 1984).

Pese a que trabajos previos describen variaciones en la abundancia de las distintas especies de roedores sigmodontinos en parcelas de maíz y soja (Busch et al.1984; Mills et al. 1991; Ellis et al.1997), no existen antecedentes anteriores a nuestro trabajo en que se hayan comparado las comunidades de estos roedores; considerando las parcelas en conjunto ( tanto el campo de cultivo como sus bordes) , a lo largo del ciclo completo de los cultivos.

### **1.2. Objetivo General:**

De acuerdo con los antecedentes planteados, en este estudio nos proponemos en una primera parte comparar las características de las comunidades de roedores sigmodontinos entre parcelas de maíz y soja a lo largo del ciclo completo de los cultivos en cuanto a composición específica, abundancia relativa y diversidad; y en una segunda parte describimos las características de las poblaciones de las distintas especies según el tipo de parcela de cultivo en cuanto a abundancia, estructura poblacional y condición física de los individuos. Se evaluó también el efecto del tiempo transcurrido desde la siembra sobre la abundancia de roedores.

**CAPÍTULO 2**  
**DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

## **2.1. Área de estudio.**

Este estudio se realizó en la localidad de Diego Gaynor (34°08'S 59° 14'W) Partido de Exaltación de la Cruz, Provincia de Buenos Aires. La zona está dedicada casi totalmente a la explotación agrícola y agrícola-ganadera, predominando en este último caso los tambos. En los últimos años también ha sido importante el desarrollo de granjas avícolas las cuales se dedican a la producción de pollos comestibles y gallinas ponedoras . Los principales cultivos son el maíz, trigo, lino, girasol, sorgo y soja. La explotación agrícola se realiza en unidades relativamente pequeñas, siendo de carácter semiintensivo .

### **2.1.1. Características bioclimáticas.**

Se trata de la subregión Pampa Ondulada que corresponde a la Región Fitogeográfica Pampeana (Cabrera 1953).

El clima es templado y presenta una marcada estacionalidad térmica. La temperatura media del mes más cálido, Enero, es de 23,4 ° C, con una máxima absoluta para este período de 41,5 ° C. La temperatura del mes más frío, Julio, es de 9,2 °C. Durante el período invernal el promedio de días con heladas es mayor a 5, lo cual lo torna crítico para la supervivencia de los roedores (Crespo.1944). Las precipitaciones se distribuyen durante todo el año, presentando un valor medio anual de 946 mm, pero existe un período más lluvioso que coincide con los meses más cálidos del año (octubre-marzo). La duración del día oscila entre 10.2 y 14 horas ( día más corto y más largo, respectivamente). La máxima radiación se observa en diciembre, alcanzando valores medios de 26 MJ/ m<sup>2</sup> y la mínima en el mes de Junio es de 10 MJ/ m<sup>2</sup>. Estas oscilaciones generan cambios en los valores de temperatura y en los ritmos de evaporación que son muy elevados en diciembre-enero y bajos entre junio-julio..

El suelo es de origen eólico, formado por sedimento fino de carácter loessoides, de textura franco-limosa rico en minerales, el cual se ha denominado "loess pampeano" (Frenguelli. 1925). Los bajos, cañadas y arroyos presentan materiales de tipo aluvional redepositados por las aguas. Son comunes los suelos con engrosamientos superficiales debido al arrastre proveniente de las partes más altas del relieve, por lo que su material originario es de composición variable y por lo general corresponde a depósitos aluviales y coluviales. El tipo de suelo más frecuente es el brunizem, existiendo distintos tipos según condiciones locales. En general los suelos de la Pampa ondulada son profundos con un

horizonte arcilloso fuerte, que presenta problemas de permeabilidad al agua y penetración de raíces. Tienen buena capacidad de almacenaje, superando los 170 mm, lo cual permite reservar el agua durante el período de exceso para su uso durante el período de déficit ( Hall et al.1989)

La relación entre la evaporación y la lluvia permite establecer un modelo del patrón temporal de disponibilidad de agua edáfica para los cultivos. El balance hídrico muestra que el área se caracteriza por un exceso de las precipitaciones sobre la evapotranspiración durante los meses de invierno y por un leve déficit de los mismos durante los meses de verano. Este déficit, relativamente pequeño en el promedio de los años, suele manifestarse con mayor intensidad en algunos. Crespo (1966) y Kravetz (1978) proponen que las condiciones óptimas de humedad para los roedores son inviernos secos y veranos húmedos.

Estas características edafo-climáticas generan una unidad biogeográfica cuyo tipo de vegetación es muy particular. Asimismo, el rendimiento de los cultivos de maíz y soja en la Pampa ondulada está altamente correlacionado con la variabilidad estacional de las precipitaciones.

### **2.1.2. Vegetación característica.**

La pampa Ondulada es una llanura desprovista de árboles autóctonos, denominada de los “ pastizales pampeanos”. Debido a la explotación agrícola-ganadera, la vegetación original ha sufrido una intensa transformación. Originariamente, la comunidad estaba constituida por gramíneas cespitosas de 0.5 al m de altura. Las lomadas se hallaban ocupadas por un manto gramíneo de “pastos fuertes” formados por una asociación de *Bothriocloa laguroides* y las flechillas: *Stipa neesiana*, *Stipa papposa*, *Piptochaetium montevidense* y *Piptochaetium bicolor*. Estas comunidades, hoy prácticamente inexistentes, han sido substituidas por campos de siembra y de pastoreo, favoreciendo la propagación de “pastos tiernos”. Además, se han naturalizado diversas especies exóticas, como *Bromus mollis*, *Briza minor*, *Lophocloa phleoides* y numerosas malezas.

A lo largo de caminos y huellas, a la orilla de los alambrados, normalmente linderos con terraplenes o campos de cultivo o de pastoreo, se ha desarrollado una flora de composición particular como resultado de las modificaciones del medio ( Bonaventura y Cagnoni.1995) . Estos hábitats representan lo que denominamos “bordes” o ambientes de tipo B según Crespo (1966). También se observan bordes debajo de los alambrados que

separan a los dos campos de cultivo que denominamos “bordes internos”, distinguiéndolos de los primeros (bordes “externos”).

### 2.1.3 Fauna característica.

La zona estudiada está ubicada en el distrito zoogeográfico pampásico, que abarca casi toda la Provincia de Buenos Aires, partes de Santa Fe, Córdoba y La Pampa, y se ubica en el borde austral de la subregión zoogeográfica Guyano-Brasileña.

La acción del hombre ha modificado el ambiente natural, afectando tanto a la fauna como a la flora, pero su efecto ha sido desparejo para los distintos taxones. Muchos vertebrados terrestres, especialmente depredadores de tamaño mediano, han sido muy afectados, como los zorros, gatos, hurones, zorrinos, etc, en cambio otros, ya sea por tener hábitos omnívoros, menor tamaño o mayor capacidad de recuperación, han persistido, aunque en números poblacionales inferiores a los de otros momentos (como iguanas y comadreja).

De acuerdo con Crespo (1966) una estimación de los números poblacionales por nivel trófico llevaría al esbozo de una pirámide Eltoniana totalmente desproporcionada, con una amplia base de herbívoros y subsiguientes niveles tróficos de consumidores insignificantes, incluso aunque se incluyeran aves y reptiles depredadores.

Los roedores en cambio, se han favorecido por los cambios ocurridos, que han generado un aumento de fuentes de alimento y una disminución en la densidad de los depredadores, asimismo, sus características demográficas les permitieron adaptarse mejor que otros grupos a las perturbaciones ambientales, en particular a las de los campos de cultivo. Sin embargo, tal capacidad adaptativa varía e acuerdo a la especie de roedor considerada (de Villafañe et al.1977; Kravetz.1978; Busch . 1987).

Entre las aves depredadoras más comunes podemos citar a las lechuzas (*Asio flammeus*, *Tyto alba* y *Átene cunicularia*), chimangos (*Milvago chimango*), caranchos (*Polyborus plancus*), halcón blanco (*Elanus leucurus*), halcón común (*Falco sparverius*) y halcón plomizo (*Falco femoralis*). Para una lista más completa de depredadores ver Bellocq (1988).

## **2.1.4 Características del sistema estudiado.**

### **2.1.4.1 Uso del hábitat.**

La historia agrícola de la Pampa ondulada comenzó aproximadamente en 1875. A partir de la segunda guerra mundial se observó el primer gran cambio tecnológico con el reemplazo de la tracción a sangre por el tractor, la introducción de híbridos de maíz y el uso de herbicidas selectivos. Al mismo tiempo se produjo un aumento significativo en el área dedicada a la agricultura y en los rendimientos de los principales cultivos y en una disminución en la superficie ganadera (Guersa 1991).

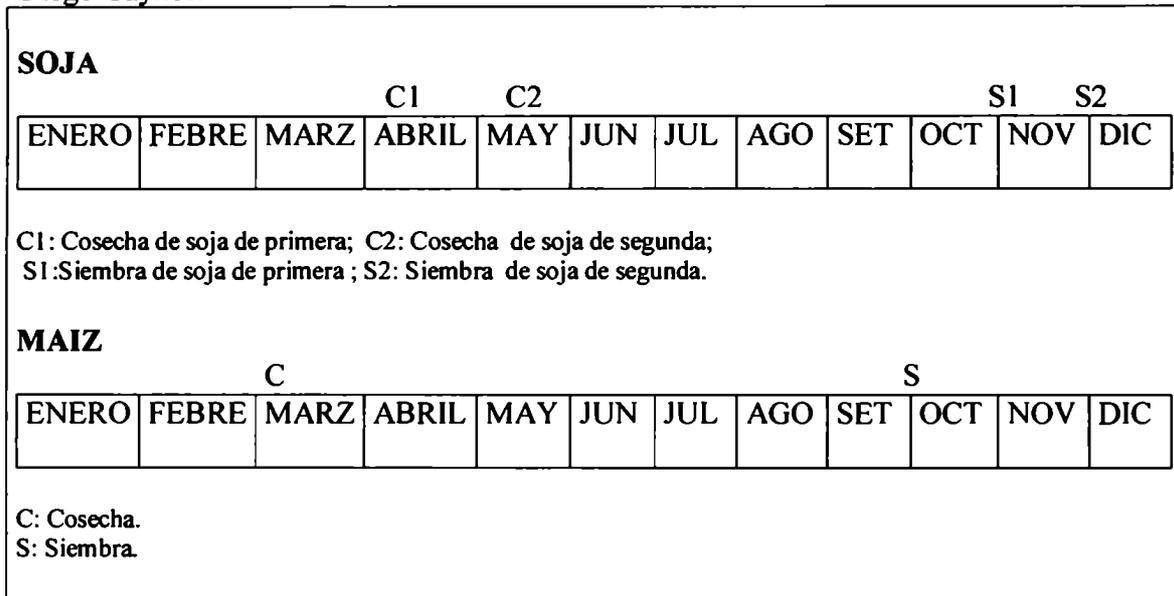
A principios de la década del 70 los cultivos dominantes eran maíz y trigo, pero también existían superficies menores asignadas a lino, cebada, avena, arveja, mijo, sorgo y girasol (Hall. et al. 1989). El doble cultivo (trigo-mijo o trigo-girasol) se practicaba desde hacía alrededor de 20 años, aunque estaba circunscrito únicamente a las áreas de alta fertilidad (Lattanzi.1983). Menos del 20% de la superficie consistía en praderas permanentes de duración variable ( de dos a más de 10 años).

En 1970, época de inicio de la expansión del área cultivada con soja, se produjo un nuevo avance tecnológico y se generalizó el uso de sistemas con tres cultivos cada 2 años (rotación trigo-soja) (Hall et al. 1989).

La introducción del cultivo de soja en los agroecosistemas pampeanos produjo cambios en el modelo de uso de la tierra. El nuevo modelo se caracterizaba por una rotación de cultivos maíz / trigo-soja/ trigo soja, con actividad ganadera muy reducida. Este modelo implicó cambios importantes: A) Un aumento en la intensidad de laboreo del suelo debido a la agricultura permanente y la generalización del doble cultivo (Figura 2.1). B) un incremento en el uso de plaguicidas destinado al control de malezas e insectos; C) Un manejo distinto de los residuos de cosecha. Se introdujeron picadores y desparramadores de los residuos de cosecha para facilitar su descomposición en los barbechos cortos y evitar los problemas en la siembra de los cultivos siguientes (Parsons y Barreda. 1987); D) Introducción de nuevo germoplasma. Para posibilitar los nuevos sistemas de agricultura intensiva ( tres cultivos cada dos años) se introdujeron variedades de maíz, soja y trigo de ciclo más corto (Lattanzi. 1983) y variedad de cultivos transgénicos (Asociación Argentina de siembra directa 1999); E) Las modificaciones de las plataformas de recolección de las máquinas cosechadoras de soja para permitir la cosecha de las legumbres que están ubicadas muy cerca de a superficie del suelo (Ballaré et al 1987). F) La alteración de la

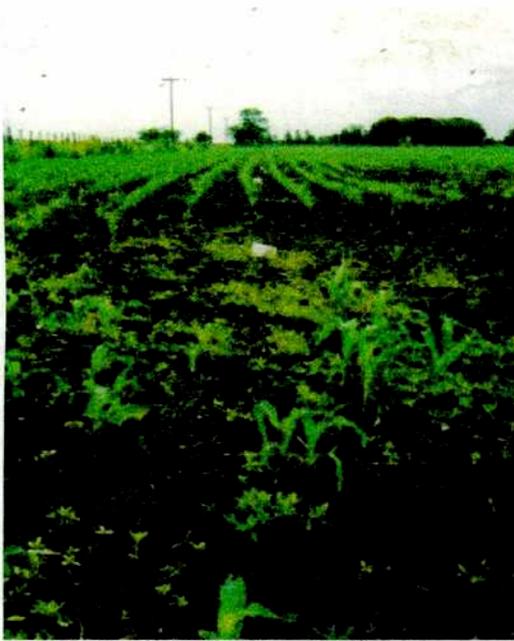
distribución temporal del área foliar. Esta distribución difiere de la que prevaleció durante el período anterior a la introducción de la soja, principalmente en cuanto a la duración del área foliar total de las especies cultivadas.

Figura 2.1. Modelo de la distribución temporal de las labores agrícolas en la localidad de Diego Gaynor.



#### 2.1.4.2. Labores agrícolas en la localidad de Diego Gaynor.

En las parcelas de maíz, cultivo estival de cosecha gruesa, la siembra se produce entre fines de septiembre y principio de Octubre. Durante la primavera, comienzan a desarrollarse las plántulas de maíz que proporcionan la principal cobertura vegetal verde (Foto 1A). A medida que transcurre el verano, el cultivo madura (Foto 1B) y se seca progresivamente hasta encontrarse a término a fines de Marzo (Foto 1C a y 1C b), cuando ocurre la cosecha, luego de esta los campos entran en estadio de rastrojo otoñal caracterizado por una escasa cobertura vegetal y un alto porcentaje de suelo desnudo (Foto 2A y 2B - )



**Foto 1A - Parcela de maíz. Plántulas en hábitat de campo. Se observa trampa de captura viva tipo Sherman.**



**Foto 1B - Parcela de maíz .**



**Foto 1C a) - Parcela de maíz senescente (previo a la cosecha). Hábitat de campo.**



**Foto 1C b) - Parcela de maíz (previo a la cosecha). Hábitat de borde.**



**Foto 2A - Parcela de maíz en rastrojo. Hábitat de campo**

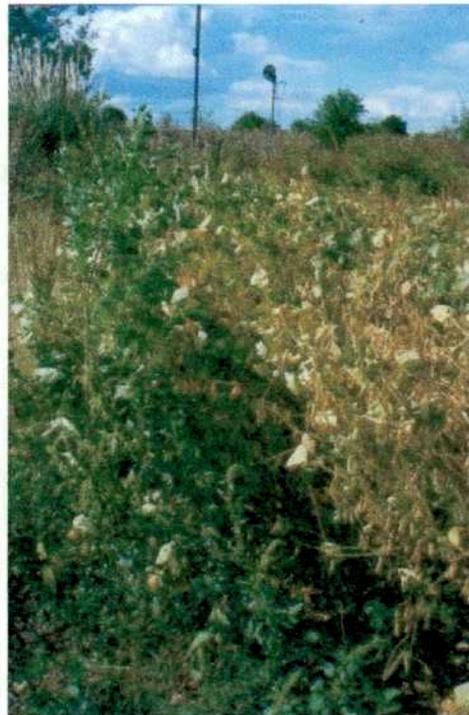


**Foto 2B - Parcela de maíz en rastrojo. Hábitat de borde.**

La soja, también es un cultivo estival de grano grueso. Existen parcelas de soja de primera y parcelas de soja de segunda. La soja de primera se siembra y cosecha antes que la de segunda (Figura 2.1). La siembra se produce en Noviembre (soja de primera) y Diciembre (soja de segunda), en verano comienzan a desarrollarse las plántulas de soja (Foto 3A y 3B), a medida que transcurre el verano el cultivo madura y se seca progresivamente a principios del otoño, hasta encontrarse a término (Foto 4A y 4B ) a mediados de Abril (soja de primera), principios de Mayo (soja de segunda) cuando ocurre la cosecha. Luego de la cosecha los campos entran en estadio de rastrojo. Este rastrojo posee menos cobertura vegetal que los de maíz, y mayor proporción de suelo desnudo (Foto 5A y 5B).



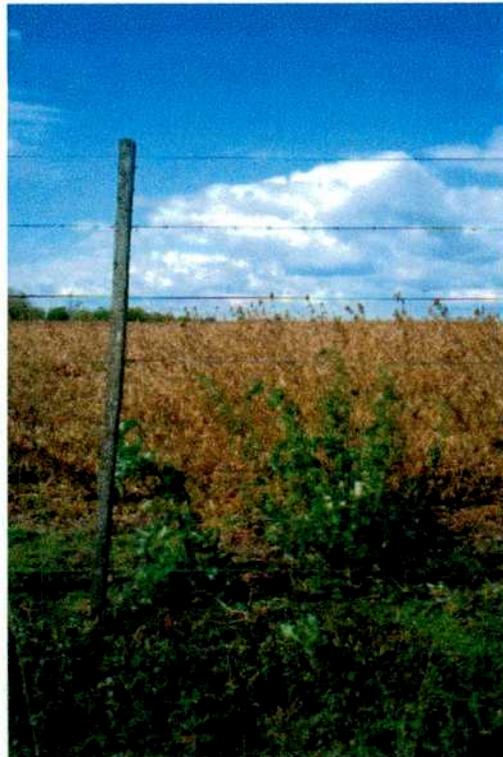
**Foto 3A – Parcela de soja 1 mts. Hábitat de campo.**



**Foto 3B – Parcela de Soja 1,5 mts. Hábitat de borde.**



**Foto 4A - Parcela de soja a término. Hábitat de campo.**



**Foto 4B - Parcela de soja a término. Hábitat de borde.**



**Foto 5A – Parcela de soja en rastrojo. Hábitat de campo.**



**Foto 5B – Parcela de soja en rastrojo. Hábitat de borde.**

### **2.1.5 Clasificación sistemática de los roedores sigmodontinos**

Los roedores agrupados en la Subfamilia sigmodontinae (Familia Muridae) son exclusivos del nuevo mundo y se distribuyen en todo el continente, desde el norte de Canadá hasta la Patagonia. Sin embargo, es en América del Sur donde alcanzan la mayor diversidad, tanto de especies como de adaptaciones a distintos ambientes, comprendiendo el 43 % de todas las especies de mamíferos. Los sigmodontinos constituyen un grupo complejo, cuya sistemática, ecología y genética son parcialmente conocidas.

La clasificación de estos roedores a nivel supragenérico ha sido controvertida. La mayoría de los autores sigue la clasificación propuesta por Reig ( 1984,1986) en siete tribus. La más importantes por su número de especies son cuatro: Oryzomyini, Akodontini, Phyllotini y Sigmodontini, todas con representantes en la Argentina (Reig,1984; Redford y Eisenberg,1984; Steppan,1993; Smith y Patton,1999).

### **CAPITULO 3**

#### **DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO DE MUESTREOS**

### **3.1 Muestreos de captura-marcado-recaptura.**

A fin de seguir las poblaciones de roedores durante los ciclos de los cultivos de maíz y soja se realizaron muestreos de captura- marcado y recaptura en parcelas de ambos tipos de cultivos , entre enero de 1999 y julio de 2000. Los muestreos abarcaron dos ciclos de crecimiento consecutivos de los cultivos estivales (período 1: enero- julio 1999, período 2: octubre 1999- julio 2000), desde la fase de plántula (en el período 1 se comenzó con el cultivo más avanzado) hasta la post cosecha (Ver punto 2.1.4.2 Labores agrícolas en la localidad de Diego Gaynor).

Los muestreos se efectuaron en tres campos de soja y tres de maíz en cada período, y tuvieron una frecuencia aproximada de 60 días. (Tabla 3.1)

En diciembre de 1999 se seleccionaron los campos a estudiar durante el primer período, comenzando los muestreos en enero. Las parcelas estudiadas fueron distintas en los dos períodos, excepto dos campos de maíz del primer período que fueron sembrados con soja en el segundo período.

Se efectuaron muestreos de captura, marcado y recaptura en los seis campos seleccionados; colocándose trampas de captura viva tipo “Sherman” cada 10 m, las cuales funcionaron durante tres noches consecutivas. Las trampas se ubicaron en grillas de 10 x 10, ubicando dos lados de la grilla sobre los bordes, uno externo, otro interno, y las restantes trampas se ubicaron en el campo de cultivo (Figura 3.1).

Las trampas fueron cebadas con pasta de maní, y para proteger a los animales de las bajas temperaturas se les colocó algodón además de ser envueltas en papel y nylon.

Los muestreos se efectuaron paralelamente en los campos de maíz y soja, desfasándose en ocasiones por a) la presencia de ganado vacuno en los campos, b) por las fuertes lluvias que se produjeron en la región. En los meses de marzo, abril y mayo de 2000 se produjeron fuertes lluvias, las cuales fueron explicadas por el Instituto de Clima y Agua del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) como la reversión del fenómeno La Niña lo que determinó un cambio en el régimen de precipitaciones sobre el país que generó lluvias por encima de los valores normales durante marzo, abril y mayo, fundamentalmente en toda al área central que incluye la región núcleo sojera (Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba), poniendo en riesgo la cosecha de este cultivo.

Las trampas fueron revisadas cada mañana, y se registró para cada animal capturado: especie, ubicación espacial en la grilla, sexo, peso, longitud total y de cola, estado reproductivo, distinguiéndose en este aspecto machos y hembras “activos”: (hembras preñadas, hembras con vagina abierta, y machos con testículos en el escroto) e “inactivos” reproductivamente: ( machos con testículos en posición abdominal, hembras con vagina cerrada y cerrada perforada). En los machos la presencia de testículos escrotales, si bien no es indicación certera de actividad reproductiva (De Villafañe 1981), da idea de la madurez sexual (Crespo 1966). Los animales fueron manipulados de acuerdo a las normas de bioseguridad para trabajar con roedores silvestres (Anexo 1)

Tabla 3.1. Fechas de muestreos para el primer y segundo período.

**Período 1.**

| Parcela Maíz |          |          |            |
|--------------|----------|----------|------------|
| Réplica      | Capilla1 | Capilla2 | Maíz Peter |
| FECHA        |          |          |            |
| 9-12/1/99    | X (1)    | x(1)     | x(1)       |
| 25-28/3/99   | (●)      | X (2)    | x(2)       |
| 20-23/5/99   |          |          | x(2)       |
| 12-14/6/99   | x(2)     | x(2)     |            |
| 23-25/7/99   | x* (2)   | x* (2)   |            |

Esfuerzo de captura: 3000 Trampas/noche

| Soja      |           |          |
|-----------|-----------|----------|
| Soja Ruta | Soja Izq. | Soj Der. |
|           |           |          |
| x(1)      | X(1)      | x(1)     |
| x(1)      | x(1)      | x(1)     |
| x(2)      | X (2)     |          |
|           |           | X (2)    |
|           |           |          |

Esfuerzo de captura: 2700 trampas/noche

**Periodo 2.**

| Parcela Maíz |        |        |           |
|--------------|--------|--------|-----------|
| Réplica      | Maíz1  | maíz2  | Maíz Ruta |
| FECHA        |        |        |           |
| 9-11/10/99   | x(1.1) | x(1.1) | X(1.1)    |
| 10-13/12/99  | x(1)   | x(1)   | x(1)      |
| 23-25/2/00   | x(1)   | x(1)   | x(1)      |
| 14-16/4/00   | vacas  | vacas  | vacas     |
| 14-16/5/00   | x(2)   | x(2)   | x(2)      |
| 18-20/6/00   |        |        |           |

Esfuerzo de captura: 3300 Trampas/noche

| Soja      |          |          |
|-----------|----------|----------|
| Soja Ruta | capilla2 | capilla1 |
|           |          |          |
| x(●●)     | x(●●)    | X (●●)   |
| x(1.1)    | s/c(1.1) | x(1.1)   |
| x(1)      | x(1)     | x(1)     |
| vacas     | x*(1)    | x*(1)    |
| x(2)      |          |          |
|           | x(2)     | x(2)     |

Esfuerzo de captura: 4200 Trampas/noche

**Labores agrícolas**

- (●) Maquina cosechadora adentro del campo.
- (●●) Suelo desnudo, preparado para siembra.

**Etapa del ciclo del cultivo**

Etapa precosecha ■ (1) Cultivo en pie, (1.1) Plántulas

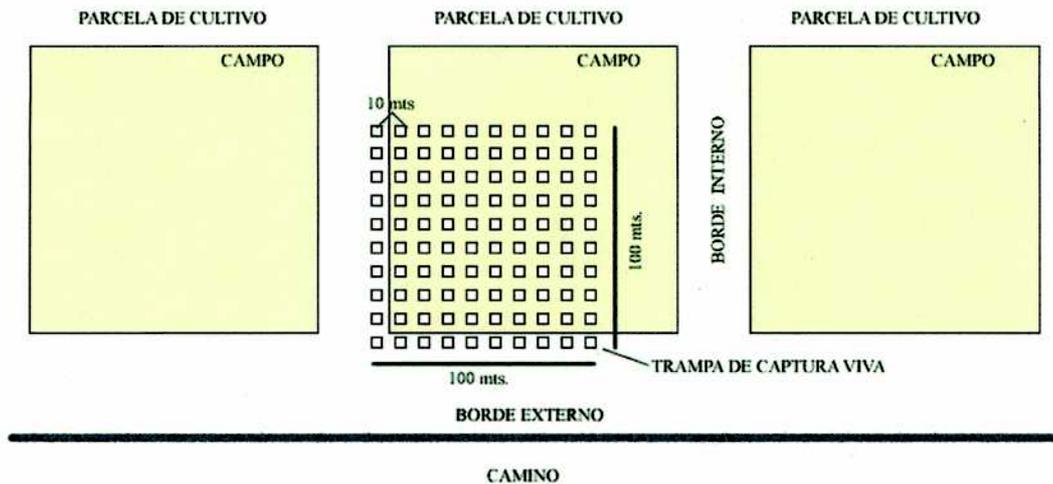
Etapa poscosecha ■ (2) Rastrojo de cultivo

**Aclaraciones generales**

(s/c): se realizó el muestreo pero no hubo capturas.

(\*) Estos muestreos no fueron considerados para el análisis de abundancia y diversidad. Ver descripción en capítulo 4 y 5

Figura 3.1. Esquema de la parcela experimental en la experiencia de captura viva; abarcando el campo de cultivo y sus bordes adyacentes.



### **3.2 Muestreos de captura-muerta.**

Estos muestreos se realizaron con dos objetivos generales a) evaluar el efecto del tiempo transcurrido desde la siembra sobre la abundancia poblacional de las distintas especies en campos de maíz y de soja y b) comparar la condición física de los individuos de las distintas especies en cada tipo de cultivo. Para ello se realizaron muestreos de captura muerta de roedores entre febrero y julio de 2001. Se consideraron 2 etapas de muestreo a) etapa reproductiva precosecha y b) etapa no reproductiva poscosecha (Tabla 3.2).

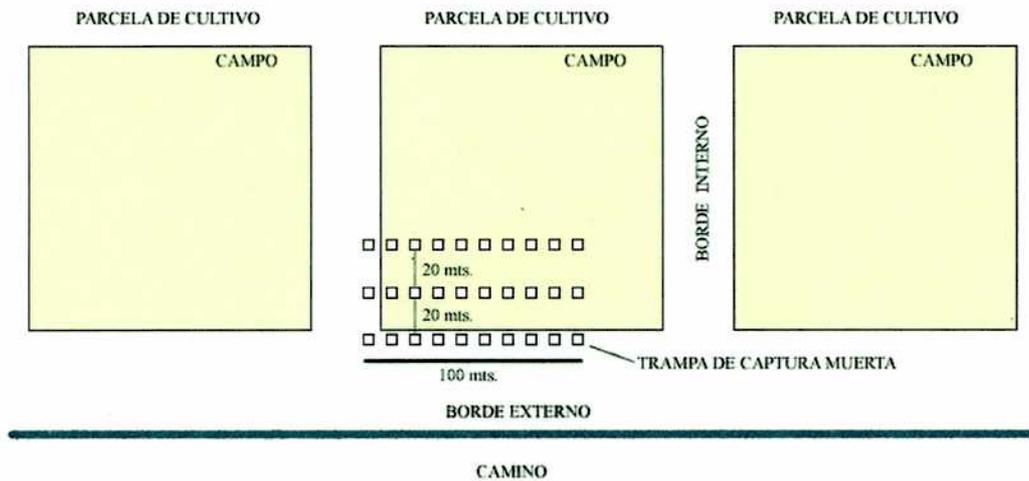
Se seleccionaron campos sembrados con soja y maíz entre septiembre y diciembre de 2000. En el período previo a la cosecha se muestrearon 3 campos de maíz entre los meses de febrero y marzo de 2001, tres de soja de primera (sembrados tempranamente) y tres de soja de segunda (sembrados tardíamente) entre los meses de abril y mayo del mismo año. Igual cantidad de réplicas se realizaron luego de la cosecha en junio de 2001, para los tres tipos de cultivos.

Se utilizaron trampas de captura muerta continua, colocando en cada campo una línea de 10 trampas en el borde y 2 líneas de 10 trampas en el campo (Figura 3.3; Foto 1), la distancia entre cada línea fue de 20 m. y entre trampas de una misma línea fue de 10 m. Las trampas fueron cebadas con pasta de maní de uso comercial, funcionaron durante una semana al cabo de la cuál se recolectaron los individuos capturados (Foto 2) de los que se registró especie, ubicación espacial, sexo, largo total, largo de cola, estado reproductivo y peso. Los roedores capturados se colocaron en bolsas de nylon individuales y estas en un bidón con formol al 40%, para su posterior análisis en el laboratorio (Foto 3).

Tabla 3.2. Fechas de muestreos, para la experiencia de captura muerta de acuerdo a la etapa del cultivo (Precosecha y Poscosecha)

| Precosecha  |           |                   |                  |                  | Poscosecha  |             |                   |                  |                  |
|-------------|-----------|-------------------|------------------|------------------|-------------|-------------|-------------------|------------------|------------------|
|             | Replicas  | Fecha de muestreo | Fecha de siembra | Fecha de cosecha |             | Replicas    | Fecha de muestreo | Fecha de siembra | Fecha de cosecha |
| Maíz        | Juan      | Marzo             | 10/00            | 31/3/01          | Maíz        | Pedro1      | Junio             | 1-15/10/00       | 15-30/4/01       |
|             | Escuela   |                   | 10/00            | 31/03/01         |             | Pedro2      |                   | 1-15/10/00       | 15-30/4/01       |
|             | Ruta      |                   | 11/00            | 1-5/5/01         |             | Maíz 99     |                   | 10/00            | 4/01             |
| Soja de 1ra | Soja2     | Abril             | 15-30/1/00       | 24/4/01          | Soja de 1ra | Entr.Pueblo | Junio             | 15-30/11/00      | 24/4/01          |
|             | Soja3     |                   | 15-30/1/00       | 24/4/01          |             | Chamillar   |                   | 15-30/11/00      | 24/4/01          |
|             | Soja ruta |                   | 1-15/11/01       | 15-20/04/01      |             | Soja iz.99  |                   | 11/00            | 5/01             |
| Soja de 2da | Soja1     | Mayo              | 20/01/01         | 20-30/5/01       | Soja de 2da | Soja Juan   | Junio             | 11/00            | 21/6/01          |
|             | Soja2     |                   | 20/01/01         | 20-30/5/01       |             | Juan        |                   | 11/00            | 21/6/01          |
|             | Soja3     |                   | 20/01/01         | 20-30/5/01       |             | Soja 25     |                   | 11/00            | 5/01             |

Figura 3.3 Esquema de la parcela experimental, en la experiencia de captura muerta; abarcando el campo de cultivo y sus bordes adyacentes.

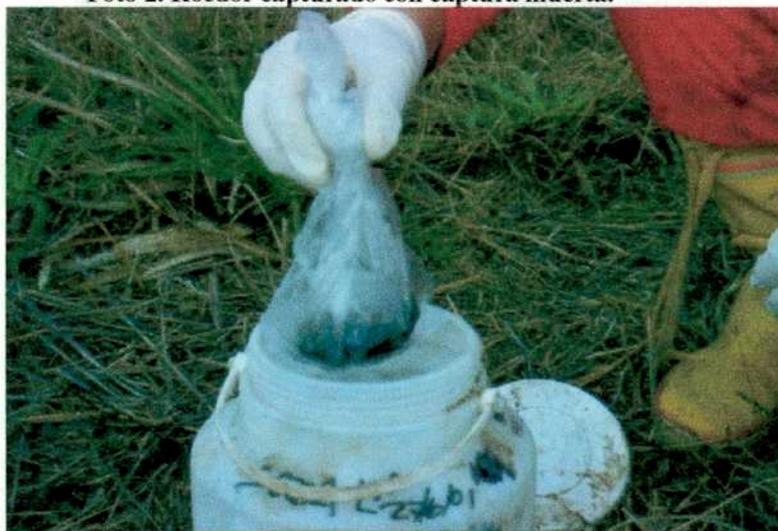




**Foto 1. Trampa de captura muerta**



**Foto 2. Roedor capturado con captura muerta.**



**Foto 3. Bidones con roedores.**

**CAPITULO 4**  
**COMPOSICIÓN ESPECÍFICA, ABUNDANCIA RELATIVA Y DIVERSIDAD**

#### **4.1 INTRODUCCIÓN**

Begon et al (1987), definen a la comunidad como un conjunto de poblaciones que se presentan juntas en el espacio y en el tiempo. Putman (1994) agrega a este concepto que la comunidad puede ser caracterizada no sólo como un mosaico de especies sino como un sistema dinámico e interactivo de poblaciones interdependientes. En este marco los parámetros que definen la comunidad son su composición: las especies presentes y su abundancia relativa; la naturaleza y forma de las relaciones entre estas especies y su dinámica en espacio y tiempo. Así un primer paso para describir la estructura de una comunidad consiste en conocer su riqueza y composición de especies. Sin embargo, no todas las especies se encuentran igualmente representadas en la comunidad (Begon et al 1988) por lo que la diversidad de la comunidad puede ser medida por el número de especies presentes (riqueza) por la distribución de individuos entre las especies presentes (equitatividad) y utilizando índices de diversidad que combinan los conceptos de riqueza y equitatividad como el de Shannon-Weaver, o el índice de Simpson (Krebs 1989)

La diversidad en un sitio determinado depende de factores tanto históricos (radiación adaptativa, eventos de colonización) como presentes (características del ambiente, interacciones entre los componentes de la comunidad). La estructura del paisaje y las relaciones topológicas entre sus elementos son factores importantes en su determinación, ya que influyen en la cantidad de nichos disponibles y sobre la tasa de colonización entre comunidades vecinas, ( Bowers and Dooley 1991; Dunning et al. 1992). Brady and Slade (2001) plantean que tanto la riqueza como la equitatividad pueden ser afectadas por las interacciones entre las especies, llevando a cambios en la diversidad. Los cambios en la riqueza de especies se pueden producir por la interacción entre especies

como la exclusión de una especie subordinada a altas densidades de la especie dominante. De la misma manera los cambios en la equitatividad pueden ser consecuencia de la interacción entre especies o de cambios en la abundancia de las especies numéricamente dominantes independientemente de la interacción

Dentro de las hipótesis que explican la diversidad de especies se encuentra la de la heterogeneidad ambiental, que propone que ambientes estructuralmente más complejos permiten la existencia de un mayor número de especies (MacArthur 1962). August (1983) plantea que el término complejidad describe el desarrollo del estrato vertical dentro de un hábitat. Los hábitats complejos tienen mayor número y mejor desarrollados los estratos verticales, en cambio los hábitats simples tienen menor número y peor desarrollo de los estratos verticales. Plantean además que la heterogeneidad o parcheado representa las variaciones horizontales en la fisonomía del hábitat. Por ejemplo un parche pequeño de selva tropical puede ser extremadamente complejo pero muy homogéneo, mientras que una sabana puede ser menos complejo pero altamente heterogéneo. La disponibilidad de nichos en una comunidad dependería tanto de la complejidad como de la heterogeneidad del hábitat (MacArthur et al. 1962).

La actividad agrícola produce cambios tanto en la complejidad como en la heterogeneidad del ambiente a distintas escalas. A una escala regional el disturbio producido por la agricultura puede generar una mayor uniformidad en el paisaje, a una escala local puede aumentar la heterogeneidad por inclusión de campos dedicados a la actividad agrícola y ganadera. La expansión de la actividad agrícola en Latinoamérica, ha ocasionado en los últimos años una pérdida de la diversidad por extinción de especies, especialmente debido a la reducción de los hábitats disponibles (Solbrig 1999; Altieri 1999). Sin embargo en algunos sistemas los disturbios generados por la actividad humana, al

aumentar la heterogeneidad y cambiar las relaciones entre los componentes del paisaje, depredar sobre algún competidor fuerte o por introducción de especies produjo un aumento en la diversidad (Crespo 1966).

Está muy bien documentado el rol de la complejidad del hábitat y su heterogeneidad como estructuradores de la comunidad de pequeños roedores en distintos tipos de ambientes naturales (Shanker 1998; Kelt 1996; Iriarte 1989; Ojeda 1989; August 1983; Dueser and Brown 1980; Dueser and Shugart 1978), pero está muy poco documentado en sistemas agrícolas (Ouin et al. 2000).

Los pastizales, pasturas y campos cultivados en Europa central tienden a tener un menor número de especies y están dominados por una mayor proporción de una de estas (Jacobs 2003). En los agroecosistemas pampeanos Kravetz (1986) propone un modelo de la dinámica de la comunidad de roedores en función del uso de la tierra, donde describe un aumento de la equitatividad de la comunidad de roedores en campos dedicados a la agricultura; ya que la aparición del hábitat de campo permite la segregación de hábitat y disminuye el efecto de la competencia de *A. azarae* sobre los *Calomys sp*. Sin embargo, según el tipo de cultivo las características de las comunidades pueden cambiar, debido a diferencias en la disponibilidad de recursos, y especialmente en la distribución temporal de las características de acuerdo a los distintos calendarios de labores agrícolas. En trabajos previos en agroecosistemas pampeanos se observó que las densidades de roedores varían entre cultivos invernales y estivales y que las proporciones entre distintas especies también varían según el tipo de cultivo. Las diferencias fueron atribuidas a un efecto diferencial de las labores sobre las distintas especies, así como a una mayor sincronización de los cultivos de maíz con la época reproductiva de los *Calomys sp* (Busch et al. 1984).

En base a los antecedentes planteados proponemos las siguientes hipótesis de trabajo.

#### **4.2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

1. La diversidad es mayor en parcelas de maíz que en parcelas de soja.
2. La diversidad en los hábitats de campo de maíz es mayor que en los hábitats de campos de soja.
3. La diversidad en los hábitats de borde de maíz es similar a la de los hábitats de borde en las parcelas de soja.
4. Las diferencias en diversidad entre parcelas de maíz y soja y para cada uno de los hábitats (campos y bordes) varían según las etapas de los ciclos de los cultivos.

#### **Objetivo General.**

El objetivo general de este capítulo es caracterizar las comunidades de pequeños roedores presentes en parcelas de soja y maíz en cuanto a la riqueza, composición específica y abundancia relativa.

#### **Objetivos particulares**

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

- Describir la riqueza (S), diversidad (H), equitatividad (E) y patrones de abundancia relativa por tipo de parcela de cultivo (maíz-soja).
- Comparar la diversidad entre parcelas de maíz y soja.
- Comparar la diversidad entre parcelas de maíz y soja en distintos momentos del ciclo del cultivo.
- Comparar la diversidad en los hábitats de campo entre las parcelas de maíz y soja.

- Comparar la diversidad en los hábitats de campo entre las parcelas de maíz y soja en distintos momentos del ciclo del cultivo.
- Comparar la diversidad en los hábitats de borde entre las parcelas de maíz y soja.
- Comparar la diversidad en los hábitats de borde entre las parcelas de maíz y soja en distintos momentos del ciclo del cultivo .

## **4.3 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.3.1. Trabajo de campo.**

El diseño de muestreo se realizó de acuerdo a lo explicado en el Capítulo 3, punto 3.1. El estudio se realizó durante dos años consecutivos a partir de enero de 1999 hasta Julio de 2000 en parcelas cultivadas con soja y maíz en forma simultánea. Debido a las dificultades para muestrear el suficiente número de réplicas de cada cultivo en todas las fechas (debido a lluvias, o a la presencia de ganado vacuno en algunas parcelas) para el análisis de datos se juntaron los muestreos de mayo y junio de ambos períodos (post cosecha de ambos cultivos) y no se utilizaron los datos de julio del primer período y de abril del segundo debido a que no había datos para soja. Los detalles de las fechas de muestreo se pueden observar en la Tabla 3 1.

### **4.3.2 Análisis de datos**

#### **Estimación de la abundancia relativa.**

Debido a que el esfuerzo de captura fue variable, la abundancia se estimó mediante un índice de densidad relativa (IDR) según Kravetz (1978) y Mills (1991).

1. Por parcela de cultivo a lo largo de todo el período de muestreo.

#### **IDR total de roedores por parcela:**

$(\text{N}^\circ \text{ de individuos capturados en la parcela} / 300 \text{ trampas} \times 3 \text{ noches}) \times 1000$

2. Por parcela de cultivo y en cada mes de muestreo para cada una de las especies:

#### **IDR de la especie en la parcela:**

$(\text{N}^\circ \text{ de individuos capturados de cada especie en la parcela} / 300 \text{ trampas} \times 3 \text{ noches}) \times 1000$

3. Para cada uno de los hábitats en cada mes de muestreo para cada una de las especies:

**IDR hábitat:**

(Nº de individuos capturados en el hábitat/ número de trampas en el hábitat x 3 noches) x 1000

Número de trampas: 81 en el campo y 19 en el borde.

**Cálculo de diversidad y equitatividad.**

Se calcularon la riqueza de especies (S), la diversidad específica (H) y la equitatividad (E) para cada parcela, en cada hábitat (campo y borde) a lo largo de cada uno de los períodos completos y en cada mes de muestreo. Se calcularon los índices de acuerdo a Magurran (1988).

**Diversidad** ( índice de Shannon- Weaver)

$$H = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde:  $p_i$ : IDR de la especie  $i$  / IDR de todas las especies capturados.

**Equitatividad**

$$E = H / \ln S$$

S= número de especies.

**4.3.3 Análisis estadístico**

Se compararon la riqueza, la diversidad y la equitatividad a lo largo de cada uno de los períodos: a) Entre las parcelas completas de maíz y soja, b) entre hábitats de campo de maíz y soja ; c) entre hábitats de borde de maíz y soja , d) entre las parcelas completas en cada mes de muestreo y e) entre los hábitats de campo y borde por separado en cada mes de muestreo.

Las comparaciones entre los índices de diversidad y equitatividad se realizaron mediante el test no paramétrico U de Mann Whitney (Siegel 1988). Se consideraron las diferencias significativa con  $P < 0.05$ . Para las comparaciones que consideraron los períodos

completos (agrupando los meses de muestreos correspondientes) se trabajó con los valores de IDR promedio:

**IDR promedio** =  $(1/n) \times \Sigma \text{IDR}$  ; donde n es el número de muestreos en el período.

#### 4.4. RESULTADOS.

##### 4.4.1. Primer período.

Entre enero y julio de 1999 se capturaron un total de 253 individuos: 100 en parcelas de soja (76 *A. azarae*; 15 *C. laucha*; 8 *C. musculus* y 1 *O. flavescens*) y 153 en parcelas de maíz (104 *A. azarae*; 32 *C. laucha*; 10 *C. musculus* y 7 *O. flavescens*), con un esfuerzo de captura de 2700 trampas noche en los campos de soja y 2400 trampas noche en los campos de maíz.

##### 4.4.1.2 Variaciones en la diversidad entre parcelas de maíz y soja:

A lo largo de todo el período y considerando en conjunto campos y bordes de cultivo, la riqueza fue de 4 especies tanto para maíz como para soja (Fig. 4.1), capturándose *A. azarae*, *C. laucha*, *C. musculus* y *O. flavescens*. El patrón de abundancia relativa mostró que en parcelas de soja *A. azarae* fue la especie más abundante (76%), seguida por *C. laucha* (15%), *C. musculus* (8%) y por último *O. flavescens* (1%), mientras que en maíz, también *A. azarae* fue la especie más abundante (68%), seguida por *C. laucha* (21%), *C. musculus* (7%) y por último *O. flavescens* (3%).

El H promedio fue 0.885 y 0.681 para parcelas de maíz y soja, respectivamente, no difiriendo significativamente entre tipos de cultivo ( $U = 2$ ,  $P = 0.275$ ). Tampoco existieron diferencias en la equitatividad, que fue de 0.63 y 0.59 para parcelas de maíz y soja, respectivamente ( $U = 4$ ,  $P = 0.82$ ).

#### 4.4.1.3. Variaciones en la diversidad entre parcelas de maíz y soja considerando campos y bordes.

En los campos de ambos tipos de cultivo la riqueza fue de tres especies (*A. azarae*, *C. laucha* y *C. musculus*, Fig. 4.2a). El patrón de abundancia relativa mostró valores semejantes de *A. azarae* y *C. laucha* en soja, mientras que en maíz fue más abundante *C. laucha* (Fig. 4.2a). La riqueza en los bordes de ambos tipos de cultivo fue de cuatro especies, a las especies presentes en los campos se agregó *O. flavescens*. El patrón de abundancia relativa fue similar para los bordes de ambos tipos de cultivo, con dominio de *A. azarae* en ambos casos, y escasa representación de las especies restantes (Fig. 4.2b).

La diversidad fue significativamente mayor en los campos de maíz respecto a los campos de soja ( $H = 0.966$  y  $H = 0.764$ , respectivamente,  $U = 0$ ,  $P = 0.0495$ ), mientras que los bordes no mostraron diferencias significativas en la diversidad ( $U = 3$ ,  $P = 0.5127$ ,  $H = 0.365$  en bordes de maíz y  $H = 0.416$  en bordes de soja). La equitatividad no difirió ni entre campos ni bordes de maíz y soja ( $E = 0.879$  y  $E = 0.815$  en campos de maíz y soja, respectivamente,  $U = 3$ ,  $P = 0.5127$ ;  $E = 0.345$  en bordes de maíz,  $E = 0.544$  en bordes de soja,  $U = 2$ ,  $P = 0.27$ ).

Figura 4.1. Abundancia relativa de las distintas especies de roedores en parcelas de soja y maíz en el primer período. Especies Aa: *Akodon azarae*; Cl: *Calomys laucha*; Cm: *Calomys musculinus*; Of: *Oligoryzomys flavescens*

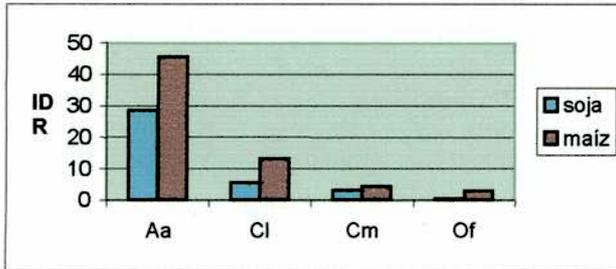
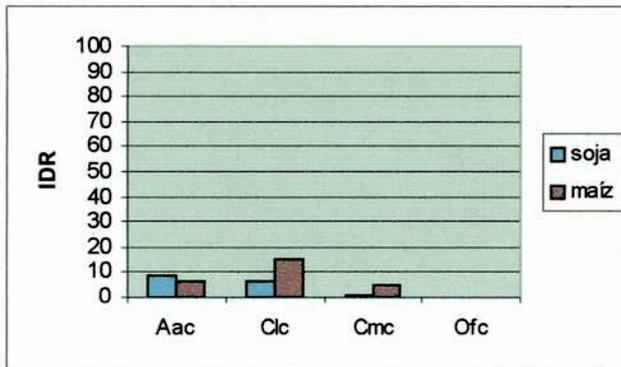
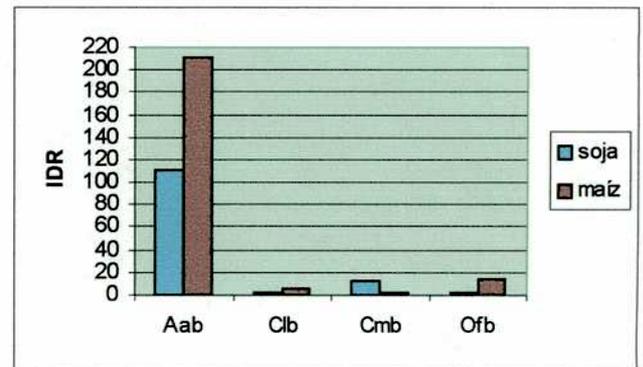


Figura 4.2. Patrones de abundancia relativa a lo largo de el primer período: a) Hábitat de campo b) Hábitat de borde. Especies: Aa: *Akodon azarae*; Cl: *Calomys laucha*; Cm: *Calomys musculinus*; Of: *Oligoryzomys flavescens*. Hábitat : c: campo; b: borde.

a) Hábitat de campo



b) Hábitat de borde



#### 4.4.1.4. Variaciones de la diversidad entre parcelas de maíz y soja en los distintos meses de muestreo.

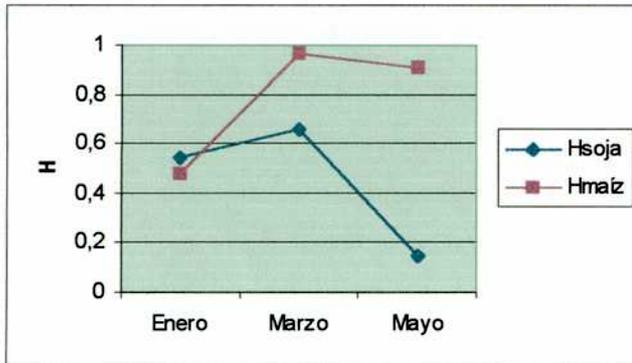
En enero (precosecha para ambos tipos de cultivo) no hubo diferencias entre las parcelas de maíz y soja ni en el H de Shannon (Fig. 4.3a) ni en la equitatividad (Fig. 4.3b). El patrón de abundancia relativa fue similar, aunque *O. flavescens*, que fue muy poco abundante en maíz, estuvo ausente en la soja (Fig. 4.4a ).

En marzo (post cosecha para maíz, precosecha para soja) tampoco hubo diferencias entre las parcelas de maíz y soja ni en la diversidad ni en la equitatividad (Fig.4.3a y 4.3b). La especie más abundante en ambos tipos de cultivo fue *A. azarae*, pero la segunda especie fue *C. laucha* en maíz y *C. musculus* en soja. La especie de menor abundancia relativa fue *O. flavescens* en ambos casos (Fig. 4.4b).

En el mes de mayo (post cosecha de ambos cultivos) estuvieron ausentes en la soja *C. musculus* y *O. flavescens*, mientras que la dominancia de *A. azarae* sobre *C. laucha* fue mucho más marcada en el maíz (Fig.4.4 c). La diversidad fue mayor en parcelas de maíz que en las de soja ( $H = 0.91$  y  $H = 0.15$ , respectivamente;  $U = 0$ ,  $P = 0.0463$ ), Fig.4.3.a. La equitatividad no difirió entre soja y maíz ( $E = 0.21$  y  $0.65$ , respectivamente,  $U = 2$   $p = 0.26$ )). (Fig.4.3.b ).

Figura 4.3. a) Diversidad (H) en parcelas de maíz y soja en cada uno de los muestreos del primer período, b) Equitatividad (E) en parcelas de maíz y soja en cada uno de los muestreos del primer período.

a) Diversidad



b) Equitatividad

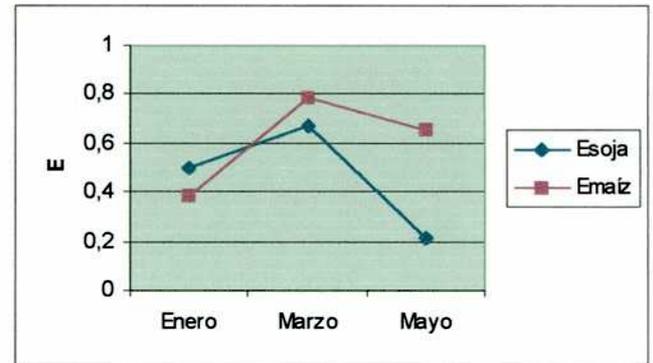
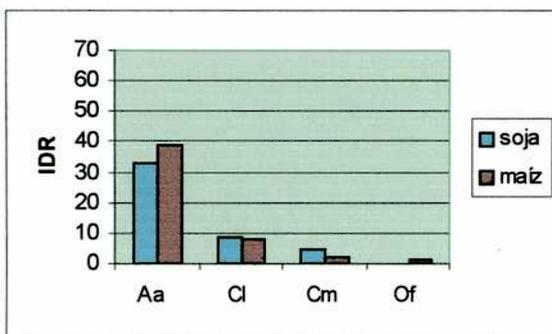
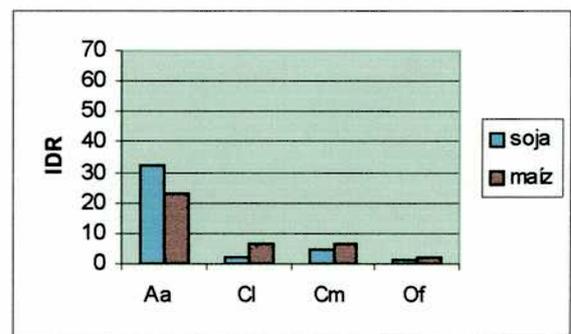


Figura 4.4. Patrones de abundancia relativa en parcelas de maíz y soja según el mes de muestreo en el primer período. Especies: Aa: *Akodon azarae*; Cl: *Calomys laucha*; Cm: *Calomys musculus*; Of: *Oligoryzomys flavescens*.

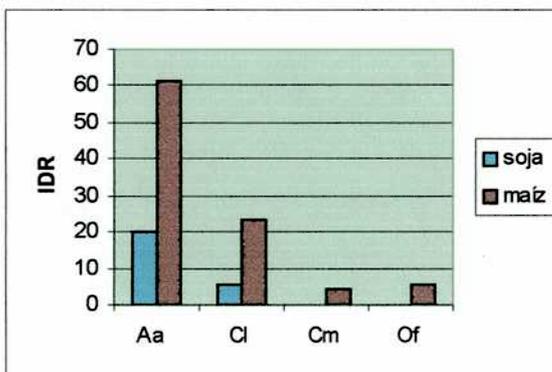
a) Enero



b) Marzo



c) Mayo



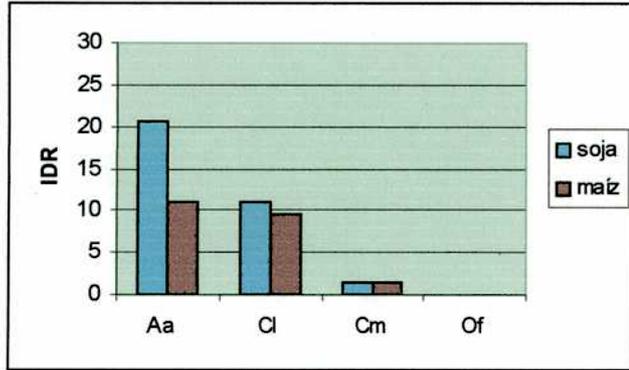
#### 4.4.1.5. Variaciones de la diversidad entre parcelas de maíz y soja considerando campos y bordes y los distintos meses de muestreo

En los campos de maíz la riqueza fue de 3 especies en los tres meses de muestreo, mientras que en mayo en los campos de soja estuvo presente solamente *C. laucha*, por lo que la diversidad (H) fue mayor en los campos de maíz que en los de soja en este mes ( $U = 0$ ,  $P = 0.0495$ ; Fig.4.5a ). La equitatividad varió de manera similar a la diversidad (Fig. 4.5b), aunque no hubo diferencias significativas en ningún mes. *O. flavescens* no fue capturado en ningún tipo de campo en ninguno de los meses de muestreo (Fig.4.6).

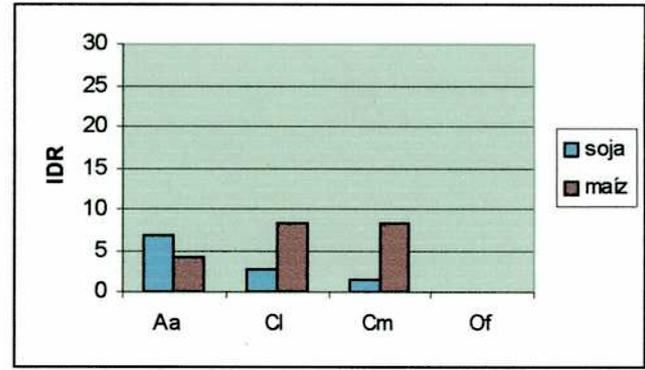
En los bordes hubo diferencias entre maíz y soja en la composición de especies en los tres meses de muestreo (Fig. 4.7). En bordes de maíz y soja *A. azarae* estuvo presente todos los meses; *C. laucha* estuvo ausente tanto en bordes de maíz como de soja en los muestreos de enero y marzo, y estuvo presente en ambos cultivos en el mes de mayo; *C. musculinus* estuvo ausente en los muestreos de marzo en maíz y en ambos cultivos en mayo finalmente *O. flavescens* estuvo siempre presente en maíz y en la soja solo fue capturado en marzo. La diversidad fue mayor en maíz que en soja en mayo ( $U = 0$ ,  $P = 0.0495$ ), mientras que los otros dos meses no hubo diferencias significativas (Fig.4.8a). La equitatividad no mostró diferencias entre los bordes de soja y maíz en ninguno de los meses de muestreo ( $P > 0.05$ , Fig.8 b).

Figura 4.5. Abundancia relativa en el hábitat de campo en distintos momentos del ciclo del cultivo. Meses y etapa del ciclo: Enero: Precosecha para maíz y soja; Marzo: Postcosecha de maíz, Precosecha de soja; Mayo: Postcosecha para maíz y soja).

a) Enero



b) Marzo



c) Mayo

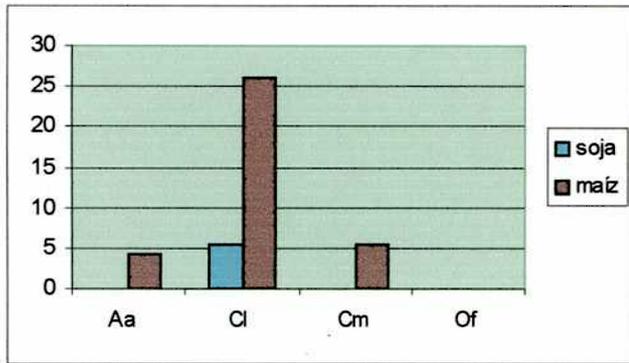
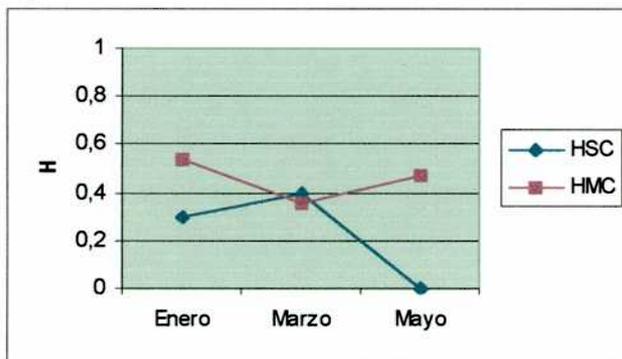


Figura 4.6. a) Diversidad (H) en hábitat de campo para parcelas de maíz y soja en distintos momentos del ciclo del cultivo del primer período b) Equitatividad (E) en hábitat de campo para parcelas de maíz y soja en distintos momentos del ciclo del cultivo del primer período. HSC: diversidad en campos de soja; HMC: diversidad en campos de maíz; ESC: equitatividad en campos de soja; EMC: equitatividad en campos de maíz.

a)



b)

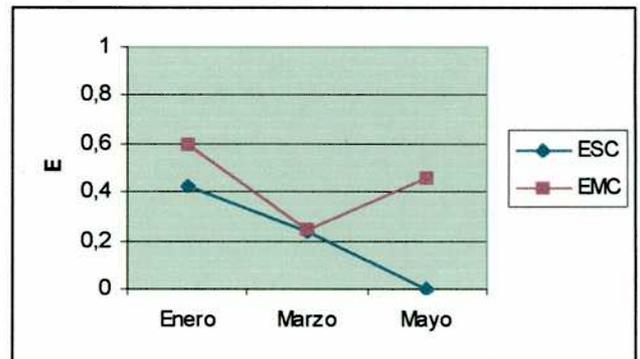
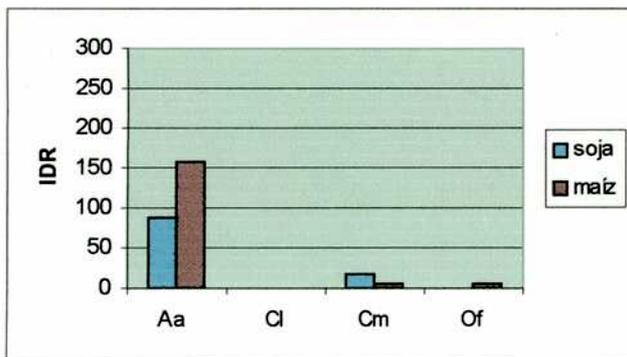
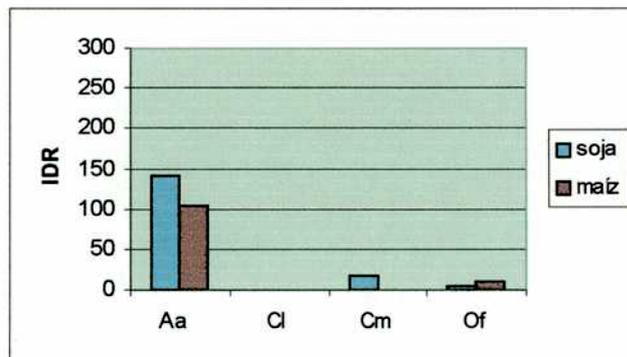


Figura 4.7. Abundancia relativa en el hábitat de borde en distintos momentos del ciclo del cultivo. Meses y etapa del ciclo: Enero: Precosecha para maíz y soja; Marzo: Postcosecha de maíz, Precosecha de soja; Mayo: Postcosecha para maíz y soja).

a) Enero



b) Marzo



c) Mayo

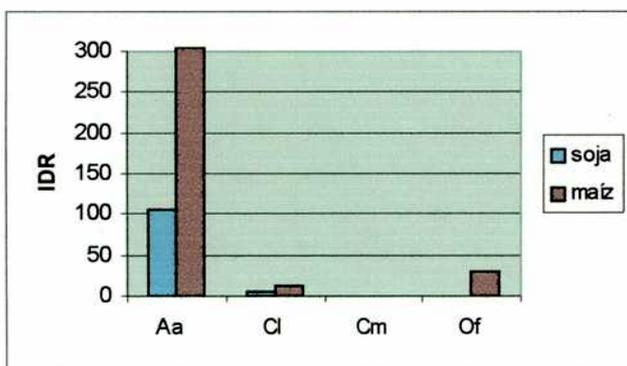
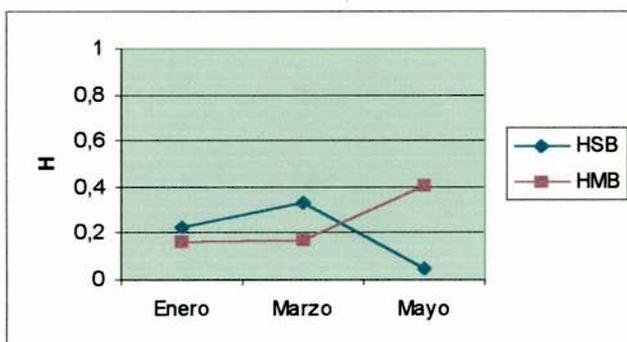
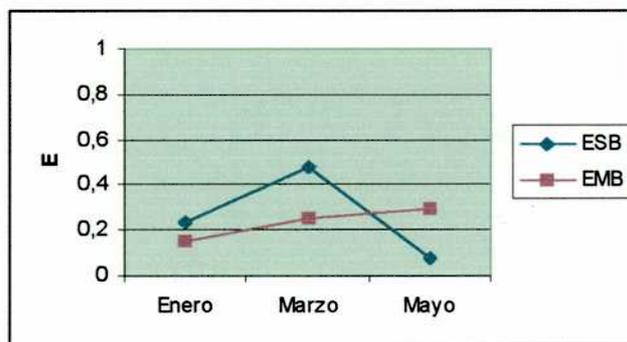


Figura 4.8. a) Diversidad (H) en hábitat de borde para parcelas de maíz y soja en distintos momentos del ciclo del cultivo del primer período. b) Equitatividad (E) en hábitat de borde para parcelas de maíz y soja en distintos momentos del ciclo del cultivo del primer período. HSC: diversidad en campo de soja; HMC diversidad en campos de maíz; ESC: equitatividad en campo de soja; EMC: equitatividad en campos de maíz.

a) Diversidad



b) Equitatividad



#### 4.4.2. Segundo período

Entre Octubre de 1999 y Julio de 2000 se capturaron un total de 190 individuos, 91 en parcelas de soja (58 *A. azarae*, 29 *C. laucha*, 2 *C. musculus* y 2 *O. flavescens*) y 99 en parcelas de maíz (28 *A. azarae*, 63 *C. laucha*, 5 *C. musculus* y 3 *O. flavescens*). El esfuerzo de captura fue de 3600 trampas noche en parcelas de soja y 3300 trampas noche en parcelas de maíz.

##### 4.4.2.1 Variaciones en la diversidad entre parcelas de maíz y soja:

Durante este período la riqueza fue de cuatro especies para ambos tipos de cultivo (Fig.9). En las parcelas de soja hubo predominio de *A. azarae* (63%), seguido por *C. laucha* (31%); mientras que en las parcelas de maíz la especie más abundante fue *C. laucha* (63%), seguida por *A. azarae* (28%). *C. musculus* y *O. flavescens* fueron muy poco abundantes en ambos tipos de cultivo (Fig. 4.9)

La diversidad promedio no difirió significativamente entre las parcelas de maíz (0.826 y 0.67 en maíz y soja, respectivamente,  $U = 2$ ,  $P = 0.27$ ). Tampoco hubo diferencias en la equitatividad ( $E = 0.70$  y  $E = 0.58$  en maíz y soja, respectivamente;  $U=4$ ,  $P = 0.82$ ).

#### 4.4.2.2. Variaciones de la diversidad entre parcelas de maíz y soja considerando campos y bordes.

En los campos de ambos tipos de cultivo la riqueza fue de 4 especies (Fig.4.10a). Tanto en campos de soja como de maíz la especie más abundante fue *C. laucha*, seguida por *A. azarae*, *C. musculinus* y *O. flavescens* (Fig. 4.10a). No hubo diferencias significativas entre los campos de maíz y soja en la diversidad ( $H= 0.59$  y  $H= 0.53$  para maíz y soja, respectivamente ( $U= 4$ ,  $P = 0.8273$ ) ni en la equitatividad ( $0.58$  en campos de soja y  $0.46$  en campos de maíz,  $U = 3$ ;  $P = 0.51$ ).

En los bordes la riqueza fue de cuatro y tres especies en maíz y en soja, respectivamente. En este último cultivo estuvo ausente *C. musculinus* (Fig. 4.10b). En ambos tipos de cultivo los bordes mostraron predominio de *A. azarae*, seguido por *C. laucha* (Fig.4.10b). En los bordes de maíz la diversidad fue mayor que en los de soja ( $H= 0.824$  y  $H= 0.106$ , respectivamente,  $U = 0$   $P = 0.049$ ) La equitatividad fue también mayor en bordes de maíz que en los de soja ( $E = 0.81$  y  $E = 0.15$ , respectivamente,  $U=0$ ,  $P = 0.0495$ ).

Figura 4.9. Abundancia relativa de las distintas especies de roedores en parcelas de soja y maíz en el segundo período.

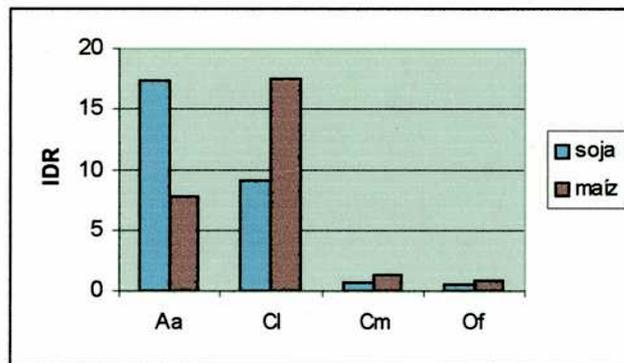
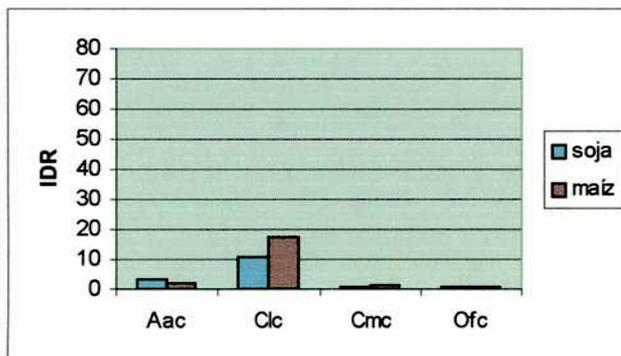
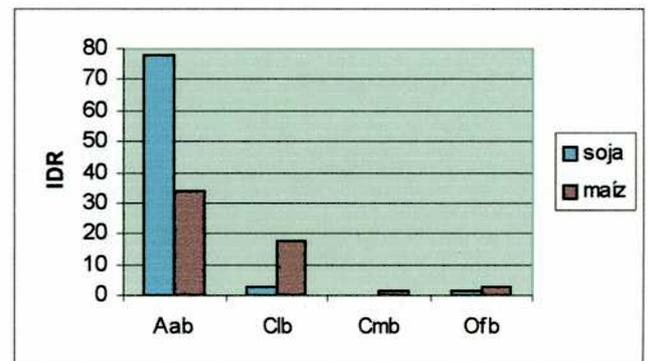


Figura 4.10. a) Patrones de abundancia relativa en el hábitat de campo a lo largo del segundo período. b) Patrones de abundancia relativa en el hábitat de borde durante el segundo período. Especies: Aa: *Akodon azarae*; Cl: *Calomys laucha*; Cm: *Calomys musculus*; Of: *Oligoryzomys flavescens*.

a) Campo



b) Borde



#### 4.4.2.3. Variaciones de la diversidad entre parcelas de maíz y soja en los distintos meses de muestreo en el segundo período.

En el mes de octubre (maíz recién implantado, campos de soja sin sembrar) estuvieron presentes las 4 especies en los cultivos de soja, mientras que en maíz no se capturaron *O. flavescens*. *A. azarae* fue dominante respecto a *C. laucha* en las parcelas de soja, mientras que en maíz ambas especies tuvieron abundancias similares ( Fig.4.11 a). La diversidad (Fig.4.12a) y la equitatividad (Fig.4.12b) no difirieron según el tipo de cultivo ( $P > 0.05$  para ambos índices).

En el mes de diciembre, cuando el maíz estaba desarrollado y la soja recién implantada, en las parcelas de soja la especie dominante fue *A. azarae* y en maíz *C. laucha*. No se capturó *C. musculus* en ninguno de los cultivos (Fig.4.12b). No hubo diferencias significativas entre los cultivos ni en la diversidad ni en la equitatividad ( $P > 0.05$  para ambos índices).

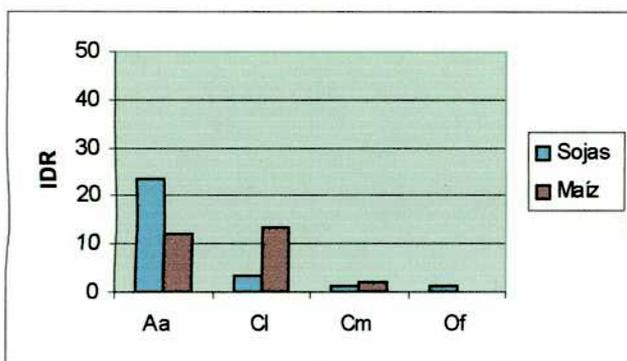
En el mes de febrero, con ambos cultivos desarrollados, la diversidad fue mayor en las parcelas de maíz que en las de soja ( $H = 0.60$  y  $H = 0.34$ , respectivamente,  $U = 0$ ,  $P = 0.0495$ ). La equitatividad no mostró variaciones entre cultivos ( $P > 0.05$ ). El patrón de abundancia relativa fue similar para ambos cultivos, con predominio de *A. azarae* y en segundo lugar *C. laucha*, aunque en la soja las abundancias de ambas especies fueron más semejantes que en maíz (Fig.4.11c).

En mayo, luego de la cosecha de ambos cultivos, pero cuando los maíces habían permanecido más tiempo en rastrojo, se capturaron las 4 especies en maíces, pero estuvo ausente *C. musculus* en la soja. En maíces *C. laucha* fue muy dominante respecto a las restantes especies, mientras que en soja la especie más abundante fue *A. azarae* (Fig.4.11d).

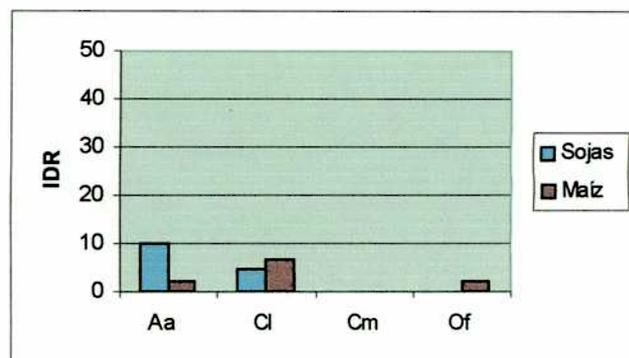
No hubo diferencias significativas entre los cultivos ni en la diversidad ni en la equitatividad en este mes (Mann-Whitney U test  $P > 0.05$  para ambos índices).

Figura 4. 11. Abundancia relativa de acuerdo al tipo de parcela en distintos momentos del ciclo del cultivo: Octubre: Maíz, recién implantado; Soja, suelo en preparación sin implantar; Diciembre: Maíz, cultivo en pie; Soja, cultivo recién implantado; Febrero: Ambos cultivos desarrollados; Mayo: Ambos cultivos en rastrojo.

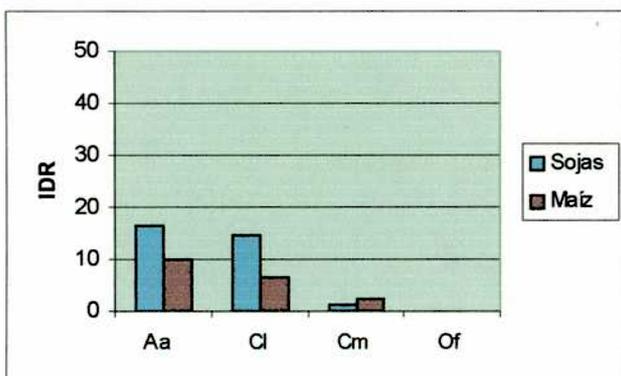
a) Octubre



b) Diciembre



c) Marzo



d) Mayo

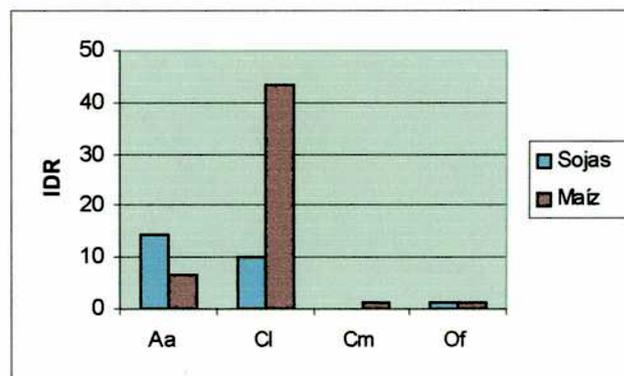
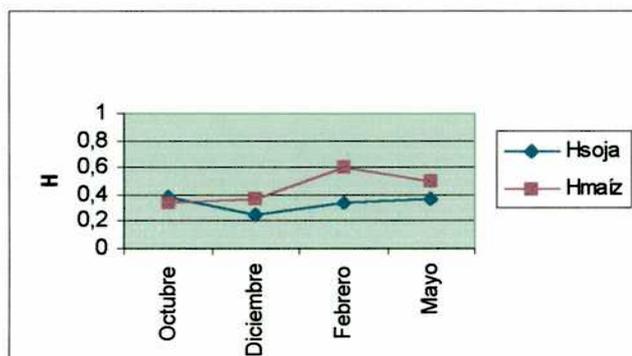


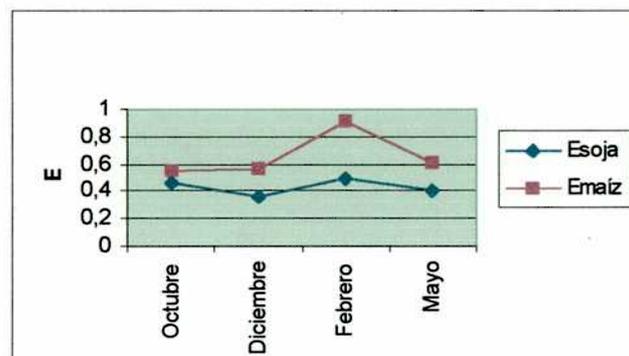
Figura 4. 12. a) Diversidad (H) en parcelas de maíz y soja en cada uno de los muestreos del segundo período.

b) Equitatividad (E) en parcelas de maíz y soja en cada uno de los muestreos del segundo período

a) Diversidad



b) Equitatividad



#### 4.4.2.4. Variaciones de la diversidad entre parcelas de maíz y soja considerando campos y bordes y los distintos meses de muestreo.

No hubo diferencias significativas en la diversidad (Fig.4.13 a) ni en la equitatividad (Fig.4.13 b) entre campos de soja y maíz en ninguno de los meses de muestreo ( $P > 0.05$  para ambos índices). En el mes de octubre no se capturó *A. azarae* en ninguno de los tipos de campo, siendo *C. laucha* la especie dominante en ambos casos, pero con mayor abundancia en maíz. En el mes de diciembre se mantuvo la dominancia de *C. laucha*, que fue más abundante que *A. azarae*. No fueron capturados en los campos de ninguno de los cultivos *C. musculinus* y *O. flavescens*. Las capturas se distribuyeron en forma desigual entre réplicas, ya que en cada una de las réplicas de maíz se capturó una sola especie (en una *A. azarae* y en dos *C. laucha*). En el mes de febrero el patrón de abundancia relativa fue semejante al de diciembre, pero se agregó *C. musculinus* en baja abundancia en ambos cultivos (Fig.4.14c). En mayo *C. laucha* fue la especie dominante en ambos tipos de parcelas, el resto de las especies estuvieron muy poco representadas (Fig.4.14d).

En el hábitat de borde no hubo diferencias significativas en la diversidad entre parcelas de soja y maíz en los meses de octubre, diciembre, y febrero (Fig.4.15 a,  $P > 0.05$  para ambos índices). En el mes de mayo la diversidad fue mayor en maíz que en soja ( $H = 0.751$  y  $H = 0.12$ , respectivamente;  $U = 0$ ,  $P = 0.0495$ ). No hubo diferencias significativas en la equitatividad (Fig 4.15 b) entre bordes de soja y maíz en ninguno de los meses de muestreo ( $P > 0.05$ ). En el hábitat de borde no se capturó *C. musculinus* ni en maíz ni en soja en el mes de octubre. *A. azarae* fue la especie más abundante en ambos tipos de parcela, *C. laucha* sólo se capturó en campos de maíz. El patrón de abundancia relativa en

diciembre fue muy similar al de octubre; se observó la presencia de *O. flavescens* en maíz; en soja estuvo presente sólo *A. azarae*, y en ambos cultivos estuvo ausente *C. musculinus*.

En febrero la especie más abundante fue *A. azarae* que estuvo presente en ambos tipos de parcelas, mientras que *C. laucha* y *C. musculinus* fueron capturadas únicamente en las parcelas de maíz. En mayo en las parcelas de maíz estuvieron presentes *A. azarae*, *C. laucha* y *O. flavescens*, mientras que en la soja se capturaron *A. azarae* y *C. laucha* (Fig. 4.16d.).

Figura 4.13 a) Diversidad (H) en los hábitats de campo de parcelas de maíz y soja en cada uno de los muestreos. b) Equitatividad (E) en hábitats de campo de parcelas de maíz y soja en cada uno de los muestreos. HSC: diversidad en campos de soja; HMC diversidad en campos de maíz; ESC: equitatividad en campos de soja; EMC: equitatividad en campos de maíz.

a) Diversidad

b) Equitatividad

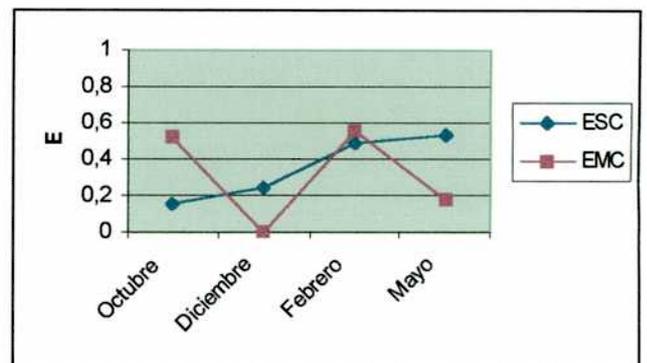
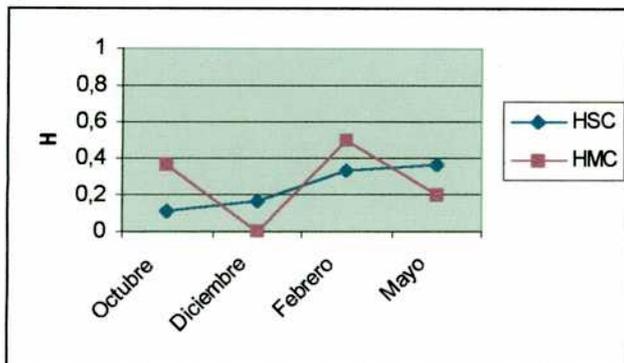
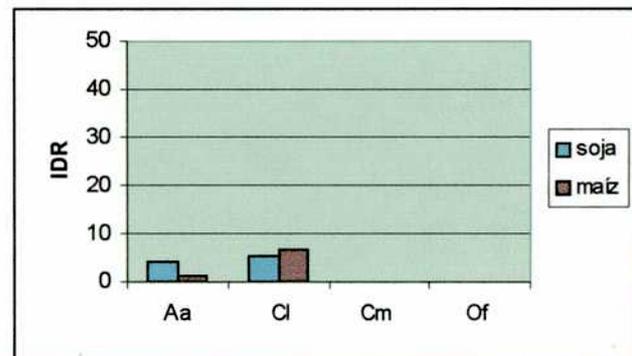
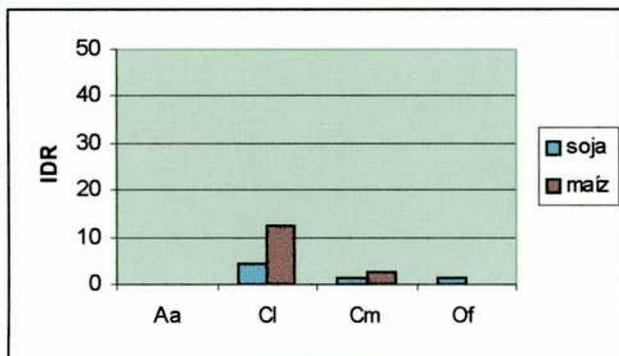


Figura 4.14. Abundancia en hábitats de campo en distintos momentos del ciclo del cultivo: Octubre: Maíz, recién implantado, Soja, suelo en preparación sin implantar; Diciembre: Maíz, cultivo en pie; Soja, cultivo recién implantado; Febrero: Ambos cultivos desarrollados; Mayo: Ambos cultivos en rastrojo.

a) Octubre

b) Diciembre



c) Febrero

d) Mayo

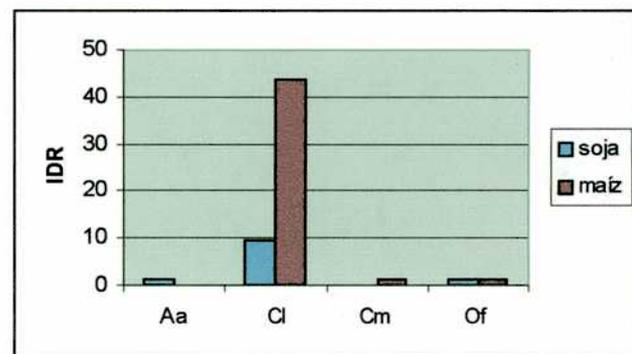
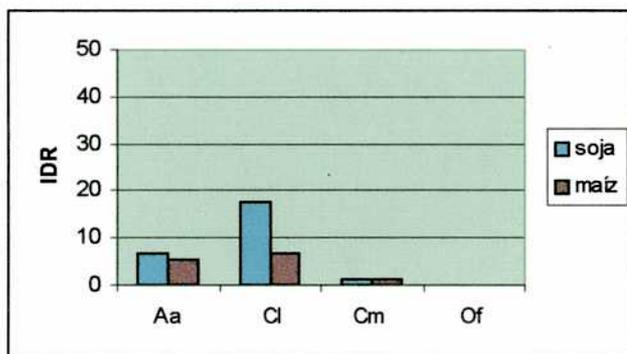
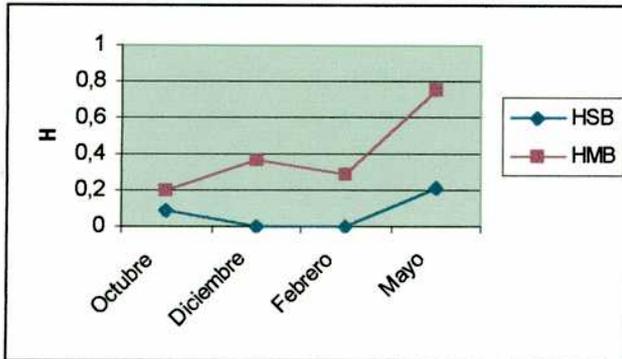


Figura 4.15. a) Diversidad (H) en hábitat de borde de parcelas de maíz y soja en cada uno de los muestreos. b) Equitatividad (E) en hábitat de borde de parcelas de maíz y soja en cada uno de los muestreos. HSC: diversidad en campo de soja; HMC diversidad en campos de maíz; ESC: equitatividad en campo de soja; EMC: equitatividad en campos de maíz.

a) Diversidad



b) Equitatividad

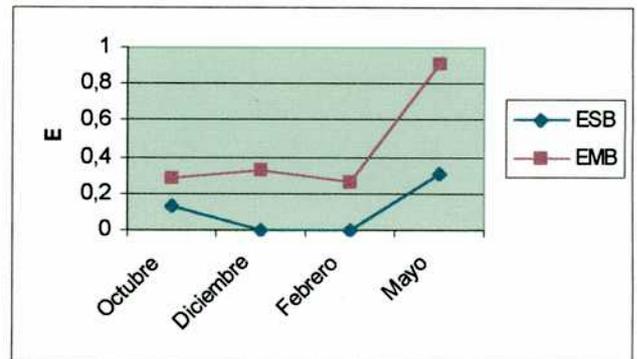
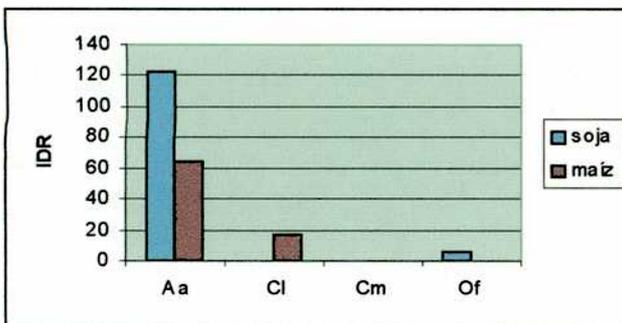
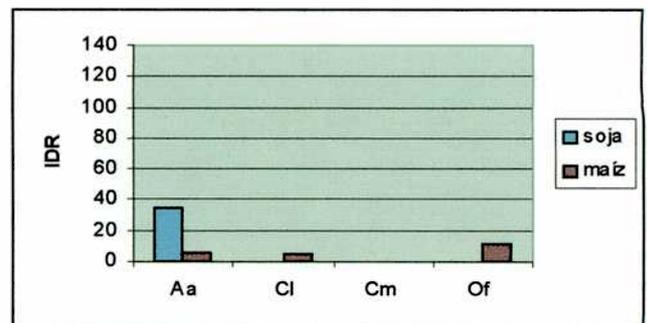


Figura 4.16. Abundancia relativa en hábitat de borde en distintos momentos del ciclo del cultivo Octubre: Maíz, recién implantado; Soja, suelo en preparación sin implantar; Diciembre: Maíz, cultivo en pie; Soja, cultivo recién implantado; Febrero: Ambos cultivos desarrollados; Mayo: Ambos cultivos en rastrojo.

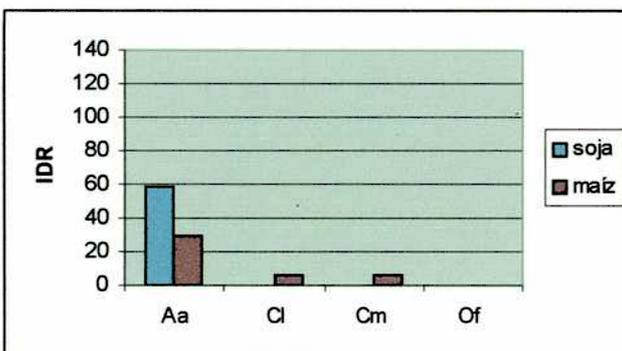
a) Octubre



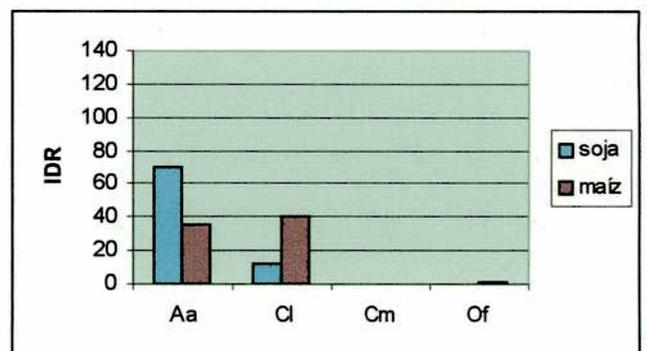
b) Diciembre



c) Febrero



d) Mayo



#### 4.5 DISCUSIÓN

Las comunidades de roedores sigmodontinos presentes en parcelas de cultivo de soja y maíz del área de estudio están formadas por las mismas especies *Akodon azarae*, *Calomys laucha*, *Calomys musculinus* y *Oligoryzomys flavescens*, aunque la abundancia relativa de cada especie mostró variaciones de acuerdo al tipo de parcela de cultivo, al hábitat, al mes de muestreo y al período considerado.

No encontramos diferencias en la diversidad entre parcelas de maíz y soja considerando las parcelas completas. Sin embargo, la diversidad varió según los distintos momentos del ciclo de ambos cultivos. Durante el primer período de estudio, luego de la cosecha, cuando ambas parcelas se encontraban en rastrojo ( mayo) la diversidad fue mayor en las parcelas de maíz respecto a las de soja; mientras que durante el segundo período, la diversidad fue mayor en parcelas de maíz que en parcelas de soja en el momento en que ambos cultivos están en pie en estadio maduro (febrero). Mills et al (1991) plantean que existe un gradiente creciente de diversidad desde los campos de soja, maíz, trigo y finalmente donde existiría mayor diversidad sería en los llamados hábitat “lineales” representados por los alambrados, bordes de los campos y vías férreas. Sin embargo, de acuerdo al presente estudio, las diferencias en la diversidad entre parcelas de maíz y soja dependen del momento del ciclo del cultivo, dado que se detectaron diferencias en algunos mese de muestreo y en otros no. Por otro lado, también habría variaciones debido a las características particulares de cada parcela y a condiciones climáticas que difieren entre años.

La diversidad fue mayor en el hábitat de campo de maíz respecto a los de soja considerando todos los muestreos del primer período en conjunto. En campos de maíz la especie más abundante fue *C. laucha*, seguida de *A. azarae* y la menos abundante *C. musculus*; mientras que en los de soja la especie más abundante fue *A. azarae*, seguida de *C. laucha* y finalmente *C. musculus*, en ambos tipos de campos *O. flavescens* estuvo ausente. Estas diferencias en el patrón de abundancia relativa estarían relacionadas con que *C. laucha* presenta una mayor sincronización de sus ciclos poblacionales con los del cultivo de maíz que con los cultivos de soja. Las diferencias en diversidad entre campos se deberían principalmente a la respuesta de las especies en mayo, ya que fue el único mes donde se detectaron diferencias significativas. En este mes en maíz la especie más abundante fue *C. laucha* seguida de *C. musculus* y la menos abundante *A. azarae*; mientras que en los campos de soja solo estuvo presente *C. laucha*. Las diferencias observadas en la diversidad entre campos de maíz y soja estaría relacionado con la respuesta de las especies a las labores que se desarrollaron en el hábitat de campo en los distintos tipos de parcelas. En el momento del muestreo, los campos de maíz habían permanecido más tiempo en rastrojo luego de la cosecha que los de soja, dado que los primeros se cosecharon a fines de marzo mientras que los de soja fueron cosechados a fines de abril, principios de mayo. Esto determinó que las poblaciones de roedores en los campos de maíz tuvieran un mayor tiempo para recuperarse, luego del disturbio generado por la cosecha que los de soja; y que los individuos de *C. laucha* tuvieron tiempo de recolonizar los campos desde los bordes. La ausencia de diferencias significativas entre campos de maíz y soja en el segundo período refuerza la idea de que las diferencias entre campos de maíz y soja, dependen fuertemente del momento analizado.

Los bordes de maíz y soja no mostraron diferencias en la diversidad a lo largo del primer período (considerando todos los meses de muestreo), mientras que a lo largo del segundo período tanto la diversidad como la equitatividad fueron significativamente mayores en los bordes de maíz que en los de soja. En ambos tipos de borde tanto en el primer período como en el segundo *A. azarae* fue la especie más abundante. Las diferencias en la diversidad entre bordes de maíz y soja se deberían a la ausencia de *C. musculinus* en los bordes de soja, y a las variaciones en la abundancia de *C. laucha*. Esta especie es siempre menos abundante que *A. azarae*, pero es significativamente más abundante en bordes de maíz que en bordes de soja, determinando estos dos factores que la diversidad sea mayor en maíz que en soja. Al analizar las diferencias de acuerdo al mes de muestreo en el hábitat de borde, observamos así como para los campos, que las diferencias en diversidad se deberían sobre todo a lo que ocurre cuando ambos cultivos están en rastrojo (mayo), dado que luego de la cosecha, la diversidad en bordes de maíz fue mayor que en soja tanto en el primer período como en el segundo.

## **CAPITULO 5**

### **ABUNDANCIA, ESTRUCTURA POBLACIONAL Y CONDICIÓN FÍSICA**

## **5 A. INTRODUCCIÓN.**

La abundancia y distribución de las poblaciones están determinadas por factores intrínsecos a la población tales como: respuestas fisiológicas y comportamentales de los individuos, y por factores extrínsecos tales como características físicas y climáticas, recursos, depredación y enfermedades (Lidicker 2000; Erb et al. 2001; Begon et al. 1996).

En hábitats espacialmente heterogéneos los individuos de una población pueden utilizar diferentes parches que varían en su calidad. La calidad de los parches depende de la disponibilidad de alimento, riesgo de depredación y de la competencia intra e interespecífica ( Fretwell and Lucas 1970). Varios estudios han mostrado que los factores ambientales están fuertemente correlacionados con la calidad básica del hábitat para los pequeños mamíferos ( Lidicker 2000; Barret and Peles 1999). Por un lado los incrementos en la disponibilidad de alimento llevan a un mayor éxito reproductivo de pequeños mamíferos (Desy and Batzli 1989) y por otro la alta cobertura vegetal disminuye el riesgo de depredación (Peles and Barrett 1996). Ambos factores en conjunto determinan un mayor “fitness individual”. El “ fitness individual” se refiere a la habilidad de un individuo de producir descendientes que alcancen la madurez en comparación con otros individuos de la misma población al mismo tiempo (Wittenberger, 1981). Varios estudios demográficos comparativos entre parches de hábitat, han mostrado que el riesgo de depredación, la disponibilidad de alimento y la competencia interespecífica son factores importantes que influyen la dinámica poblacional de los pequeños mamíferos (Krohme 1997; Batzli 1992a; Krebs et al.1995; Batzli et al 1999). Los efectos de las condiciones del hábitat sobre la abundancia y dinámica de los pequeños mamíferos es función de las características tanto del hábitat como de las especies (Lin and Batzli 2001) porque las distintas especies

difieren en sus requerimientos de hábitat, en la eficiencia de explotación de los recursos y en su habilidad competitiva.

En agroecosistemas, las parcelas sujetas a cultivos representan hábitats de distintas características que los sitios menos perturbados, pero a su vez también muestran heterogeneidad según el tipo de cultivo, el momento en que se implanta, y la rotación usada, por ejemplo alternar o no con ganado. En particular en este trabajo queremos comparar parcelas de maíz y de soja a lo largo del ciclo de ambos cultivos, los cuales, pese a ser ambos cultivos estivales, difieren en el momento de siembra y el tipo de labores. Cada uno de estos cultivos ofrece distinta cobertura vegetal (refugio); alimento (distinta disponibilidad de malezas, insectos y tipos de granos) a la comunidad de roedores que en ellos habitan, y también difieren en la distribución temporal de las condiciones y recursos. Morello and Solbrig (1991) plantean que la soja, aun en su época de máximo índice de área foliar, constituye un hábitat de mala calidad para los roedores, además es el espacio antrópico más simple en riqueza específica siguiéndole el maíz, el trigo y el ecosistema natural, que es el de mayor diversidad.

Las labores para maíz y soja se producen en momentos distintos del ciclo de densidad de los roedores. Los maíces son sembrados durante la primavera temprana (septiembre-octubre), y ofrecen buenas condiciones con respecto a la disponibilidad de alimento y refugio durante el verano. En ese momento *C. laucha* es más abundante en los campos que en los bordes, mientras que *A. azarae*, incrementa el uso de los campos con respecto a otras estaciones. Estos incrementos estarían relacionados con los requerimientos específicos de los individuos reproductivos que requieren material vegetal, más abundante en los campos que en los bordes en esta estación (Bilenca et al. 1992; Bonaventura et al. 1992; Bilenca and Kravetz 1998). La cosecha produce tanto una disminución de la

densidad por mortalidad directa como cambios en la distribución de los individuos entre los bordes y los campos de las parcelas de cultivo. Luego de la cosecha de maíz (marzo), generalmente sigue habiendo reproducción mientras que luego de la cosecha de soja (mayo) no se observa reproducción. En otoño y en invierno los hábitats de campo son de menor calidad, dado que después de la cosecha, se observa una reducción de la cobertura verde y de la disponibilidad de alimento, y esto puede producir un incremento en el uso del borde tanto por *A. azarae* como *C. laucha* (Hodara et al 2000). Sin embargo, las labores agrícolas como planteamos en la introducción general, tienen distintos efectos según las especies de roedores. Las especies que habitan los campos serán más perjudicadas que las de borde, mientras que los hábitos de nidificación (en cuevas o superficiales) también influyen sobre la probabilidad de supervivencia (Busch et al. 1984).

Las poblaciones de roedores sigmodontinos del área de estudio muestran un ciclo anual de densidad, que aumenta desde niveles bajos en primavera, con un máximo al final de otoño, declinando la densidad rápidamente durante el invierno luego de las primeras heladas (Kravetz et al 1981; Busch and Kravetz 1992 a; Busch et al. 1997). Sin embargo sus ciclos no coinciden exactamente, *C. laucha* muestra densidades mínimas durante la primavera, seguida de un leve ascenso en el verano que se acentúa a partir del otoño hasta alcanzar las máximas densidades aproximadamente a fines de junio, principios de Julio (Busch et al. 1992 a,b). *C. musculinus* en primavera - verano muestra también densidades mínimas, pero alcanza un máximo en marzo y luego disminuye hasta acercarse a cero en el invierno (Mills et al. 1991). Para *A. azarae* se distinguen cuatro fases en cuanto a su densidad: incremento (Abril-Mayo); máxima (Junio-Agosto); declinación (fines de Agosto hasta Octubre) y mínima (Noviembre - Marzo) (Crespo 1966, Zuleta et al. 1988, Zuleta 1989). Finalmente *Oligoryzomys flavescens* es la más escasa y muestra variaciones de

abundancia según el momento del año y el hábitat. En los llamados hábitats “lineales” representados por bordes de los campos y vías de ferrocarriles esta especie muestra mayor densidad en junio-julio; mientras que en campos muestra densidades muy bajas a lo largo de todo el año (Mills et al. 1991; Busch, et al. 1987).

Las especies de roedores nombradas han sido descritas como de ciclo de vida anual con generaciones superpuestas, con 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 varía entre septiembre-octubre y abril-mayo respectivamente. Estas variaciones pueden ocurrir en una misma especie dependiendo de la disponibilidad de recursos y las condiciones climáticas (Busch y Kravetz 1992a, Crespo 1966, de Villafañe et al. 1973, de Villafañe et al. 1987, Mills et al. 1992a, Zuleta et al. 1998).

En cuanto a los recursos, estudios de adición de alimento y refugio demostraron que *A. azarae* puede prolongar la duración de la estación reproductiva, aumentar la proporción de preñez, aumentar la masa, la longitud corporal y su supervivencia si encuentra cantidades suficientes de recursos (Cittadino et al. 1994, Hodara et al. 2000). 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. Otra serie de trabajos experimentales en condiciones de laboratorio confirmaron la dominancia de *A. azarae*, sobre *C. laucha* (Cueto et al., 1995). Este patrón comportamental afecta el acceso al recurso alimenticio, el cual fue evidenciado en las experiencias de suplementación de alimento en condiciones de campo (Cittadino et al. 1994). Por otro lado Courtalon, P et al., (2003) detectaron que *A. azarae* fue dominante sobre *C. laucha*, pero esta dominancia comportamental no fue

suficiente para explicar la segregación campo- borde de estas especies, dado que en muchos de enfrentamientos realizados entre los individuos no fueron agonísticos y no se establecieron relaciones de dominancia subordinación. En el caso particular del refugio, Hodara et al. (2000) relacionaron la subordinación de *C. laucha* con su estrategia de entrar en torpor durante el período invernal para evitar el costo que implica la termorregulación.

## **SECCIÓN 5.1 VARIACIONES EN LA ABUNDANCIA**

### 5.1.1 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

En base a los antecedentes planteados proponemos las siguientes hipótesis.

#### Hipótesis

1. La abundancia de *Calomys laucha*, *Calomys musculus*, *Akodon azarae* y *Oligoryzomys flavescens* es mayor en parcelas de maíz que en las de soja.
2. *C. laucha* y *C. musculus* son más abundantes en los hábitats de campo de las parcelas de maíz respecto a los hábitats de campo de las parcelas de soja, mientras que *O. flavescens* y *A. azarae*, son más abundantes en los hábitats de borde en las parcelas de maíz, que en el hábitat de borde de las parcelas de soja.

#### Objetivos de trabajo

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

1. Comparar la abundancia poblacional de las distintas especies entre tipos de parcelas de cultivos, a lo largo de cada período de muestreo y para cada mes de muestreo.
2. Comparar la abundancia de las distintas especies entre parcelas de cultivo para los hábitats de campo y borde por separado, a lo largo de cada período de muestreo y para cada mes de muestreo.

## **5.1.2 MATERIALES Y METODOS**

### **5.1.2.1 Trabajo de campo**

El diseño de muestreo se describe en el capítulo 3, sección 3.1 . El estudio se realizó durante dos años consecutivos a partir de enero de 1999 hasta Julio de 2000 en parcelas de cultivo de soja y maíz de manera simultánea.

### **5.1.2.2 Estimación de la abundancia relativa.**

El análisis de las diferencias en la abundancia que se desarrolla en este capítulo se realizó con los IDR (Índice de densidad relativa) calculados de la misma forma que en el capítulo 4 (Composición específica, abundancia relativa y diversidad ).

**IDR parcela** = (N° de individuos capturados en la parcela/ 300 trampas x 3 noches)x1000

**IDR borde** = (N° de individuos capturados en borde/ trampas x 3 noches)x1000

**IDR campo**= (N° de individuos capturados en el campo/ trampas x 3 noches)x1000

### **5.1.2.3 Análisis estadístico.**

Se comparó mediante el Test de U de Mann Whitney la abundancia del total y de cada una de las especies de roedores en cada uno de los períodos, teniendo en cuenta los hábitats de campo y borde por separado, y teniendo en cuenta los meses por separado. Para los análisis de los períodos completos consideramos el IDR promedio de los distintos muestreos efectuados en cada parcela.

### 5.1.3. RESULTADOS

#### VARIACIONES EN LA ABUNDANCIA

##### 5.1.3.1. Primer período

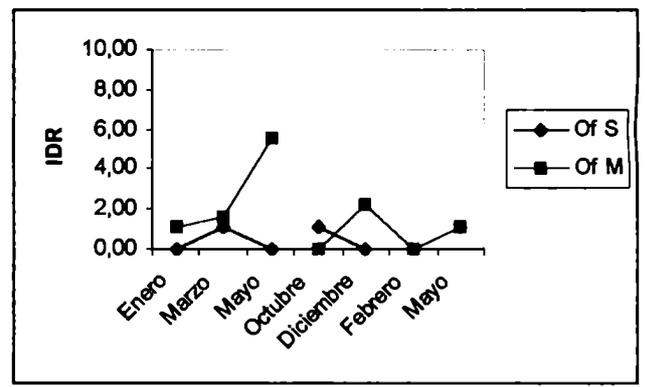
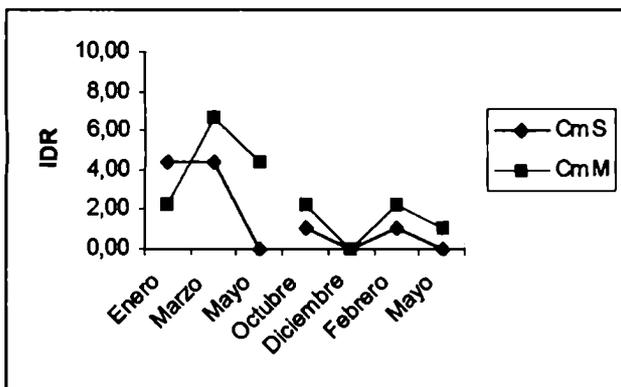
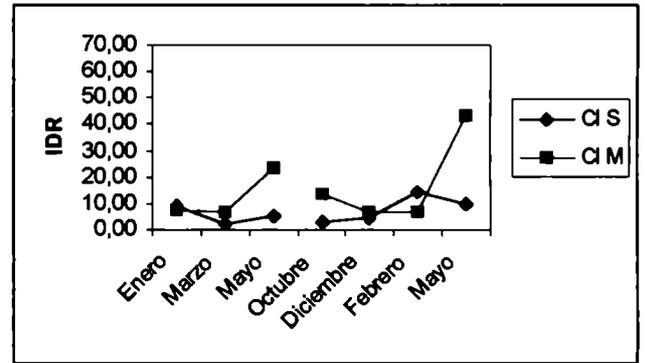
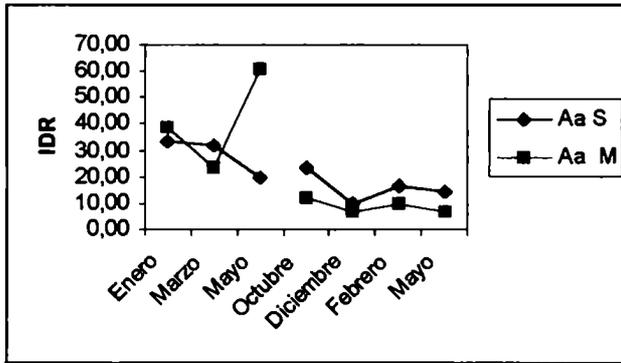
##### 5.1.3.1a. Diferencias en la abundancia de roedores entre parcelas de maíz y soja.

No hubo diferencias significativas en la abundancia total de roedores entre las parcelas de maíz y soja ( $U = 1$ ,  $P = 0.1266$ ), pero *C. laucha* y *O. flavescens* fueron significativamente más abundantes en las parcelas de maíz que en las de soja ( $U=0$ ,  $P=0.045$  y  $U=0$ ,  $P= 0.046$  respectivamente, Fig. 5.1).

##### 5.1.3.1b. Diferencias en la abundancia de roedores entre parcelas de maíz y soja considerando los hábitats de campo y borde.

A lo largo del primer período *C. laucha* y *C. musculus* fueron significativamente más abundantes en los campos de maíz que en los de soja ( $U = 0$ ,  $P = 0.0495$  y  $U = 0$ ,  $P = 0.0495$ , respectivamente). Por otro lado, *O. flavescens* fue significativamente más abundante en los bordes de las parcelas de maíz que en los bordes de soja ( $U= 0$ ,  $P = 0.0463$ ). *A. azarae* no mostró diferencias significativas en su abundancia ni entre campos ni entre bordes de soja y maíz.

Figura 5.1 Abundancia de las distintas especies de acuerdo al tipo de parcela de cultivo, durante el primer y segundo periodo. Especies Aa: *Akodon azarae*; Cl: *Calomys laucha* ; Cm: *Calomys musculus*; Of: *Oligoryzomys flavescens*. Tipo de cultivo : S: soja; M: maíz



### 5.1.3.1c. Diferencias en la abundancia de roedores entre parcelas de maíz y soja en cada mes de muestreo.

Analizando por separado cada mes de muestreo, se observó que en mayo *A. azarae* y *C. laucha* fueron significativamente más abundantes en las parcelas de maíz que en las de soja.

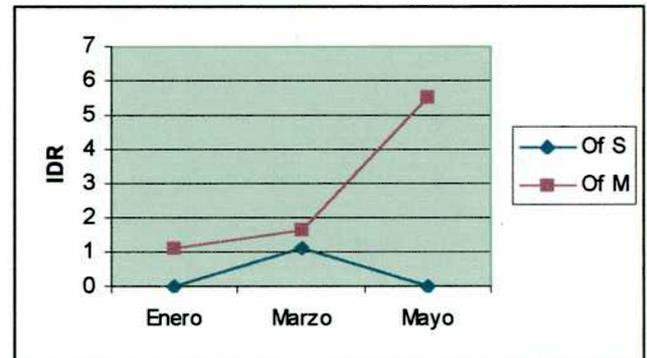
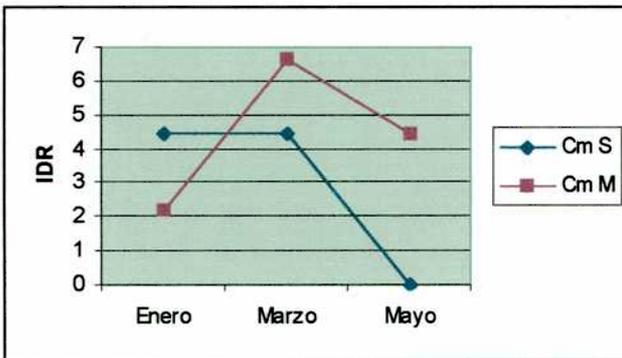
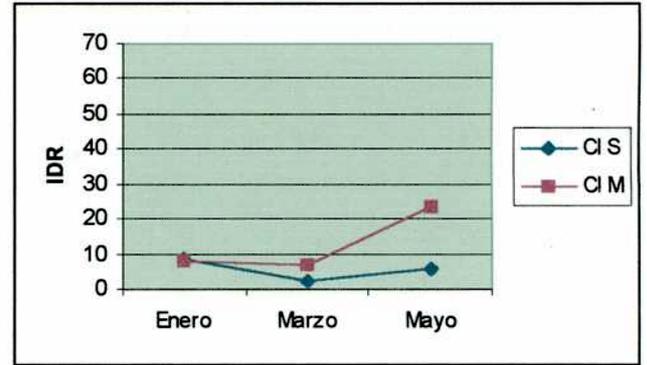
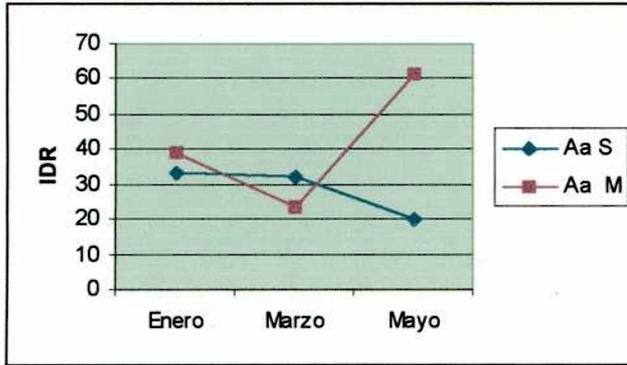
*A. azarae* mostró abundancias similares en enero y marzo en parcelas de soja, pero luego de la cosecha disminuyó en ese cultivo; mientras que en parcelas de maíz la abundancia en el mes de mayo aumentó. En ese momento (poscosecha para ambos tipos de cultivos) *A. azarae* fue significativamente más abundante en las parcelas de maíz que en las de soja (Fig. 5.2,  $U=0$ ,  $P=0.0495$ ).

*C. laucha*, mostró en general menores densidades que *A. azarae*, y tampoco mostraron diferencias entre maíz y soja en enero y marzo. En ambos cultivos la densidad aumentó en mayo, aunque mucho más en maíz. En ese mes *C. laucha* fue significativamente más abundante en parcelas de maíz que en parcelas de soja (Fig. 5.2,  $U=0$ ,  $P=0.0495$ ).

*C. musculus* fue en general poco abundante, y no fue capturado en la soja luego de la cosecha.

*O. flavescens* fue más abundante en maíz que en soja en los tres meses de muestreo, pero fue muy poco abundante en ambos cultivos.

Figura 5.2 Abundancia de las distintas especies en parcelas de maíz y soja en cada mes de muestreo del primer periodo. Especies Aa: *Akodon azarae*; Cl: *Calomys laucha* ; Cm: *Calomys musculinus*; Of: *Oligoryzomys flavescens*. Tipo de parcela: maíz (M), soja (S).



### 5.1.3.1d. Diferencias en la abundancia de roedores entre cultivos de maíz y soja considerando los hábitats de campo y borde en cada mes de muestreo.

Las únicas diferencias significativas en abundancia se detectaron en el mes de mayo, momento en que ambos cultivos estaban en poscosecha.

*C. musculus* mostró en mayo mayor abundancia en el hábitat de campo de maíz que en el campo de soja (Fig. 5.3,  $U = 0$ ,  $P = 0.033$ ).

*A. azarae* y *O. flavescens* fueron más abundante en los bordes de maíz que en los de soja (Fig. 5.4,  $U = 0$ ,  $P = 0.0463$  y  $U = 0$ ,  $P = 0.033$ , respectivamente)

Figura 5.3 Abundancia de las distintas especies en el hábitat de campo en cada mes de muestreo del primer período. *O. flavescens* estuvo ausente en este hábitat. Especies Aa: *Akodon azarae*; Ci: *Calomys laucha*; Cm: *Calomys musculus*; Of: *Oligoryzomys flavescens*. Tipo de parcela maíz M, soja S. Hábitat: C campo.

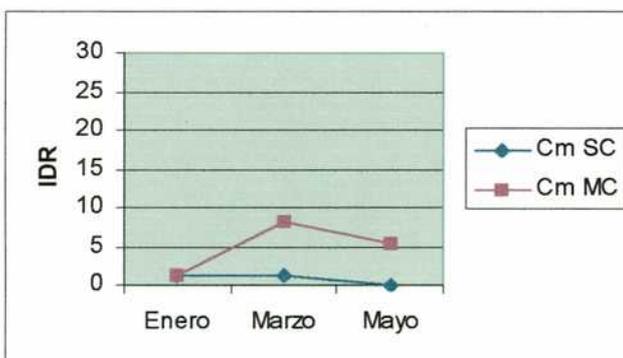
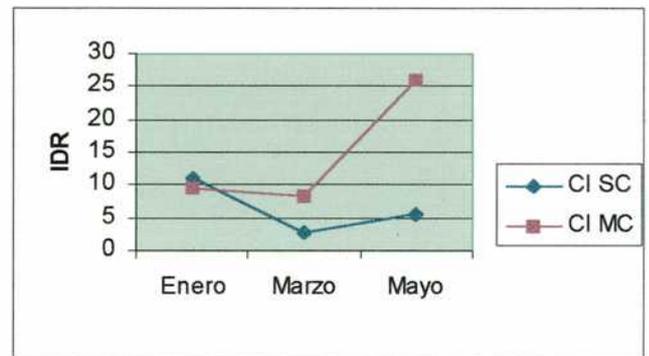
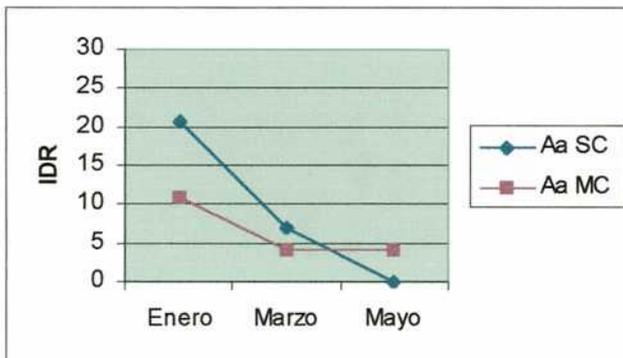
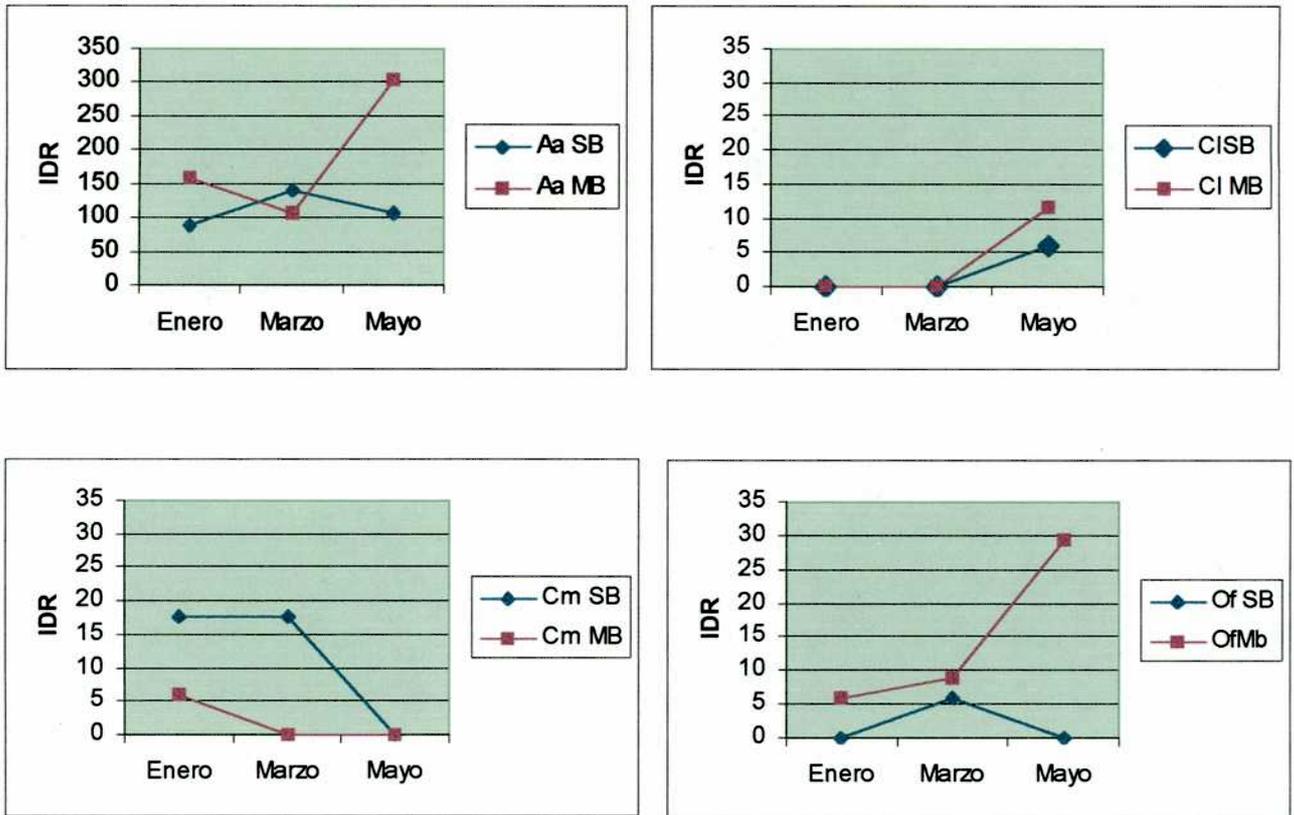


Figura 5. 4 Abundancia de las distintas especies en el hábitat de borde en cada mes de muestreo del primer período. Especies Aa: *Akodon azarae*; Cl: *Calomys laucha*; Cm: *Calomys musculinus*; Of: *Oligoryzomys flavescens*. Tipo de parcela: maíz M, soja S. Hábitat: B Borde.



### 5.1.3.2 Segundo Período

#### 5.1.3.2a. Diferencias en la abundancia de roedores entre parcelas de maíz y soja .

No hubo diferencias estadísticamente significativas entre las parcelas de maíz y de soja en la abundancia total de roedores ( $U = 4$ ,  $P = 0.82$ ). *A. azarae* fue más abundante en las parcelas de soja que en las de maíz ( $U = 0$ ;  $P = 0.0495$ ), mientras que *C. laucha* fue más abundante en las parcelas de maíz ( $U = 0$ ,  $P = 0.0495$ , Fig. 5.1).

#### 5.1.3.2b. Diferencias en la abundancia de roedores entre cultivos de maíz y soja considerando los hábitats de campo y borde.

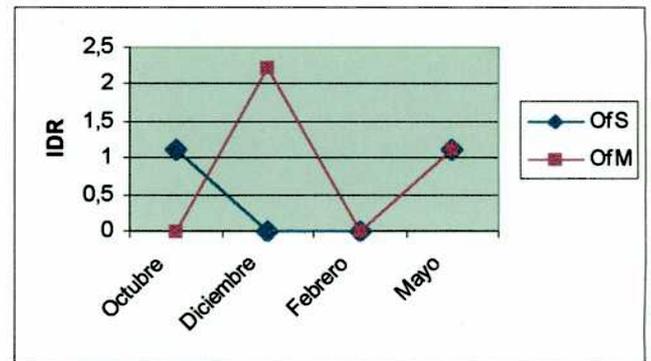
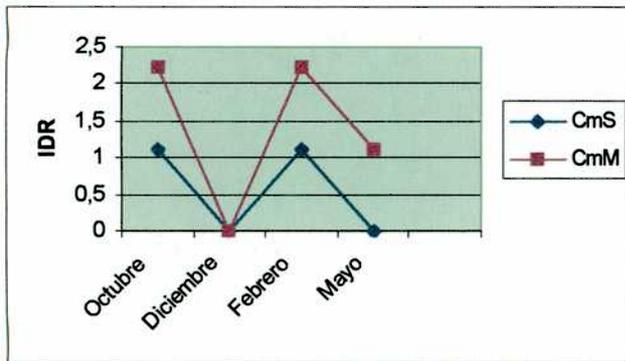
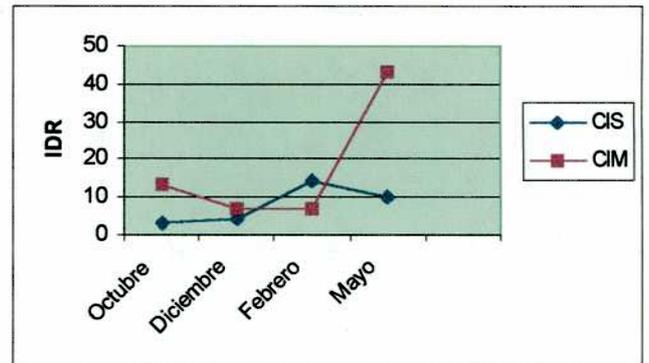
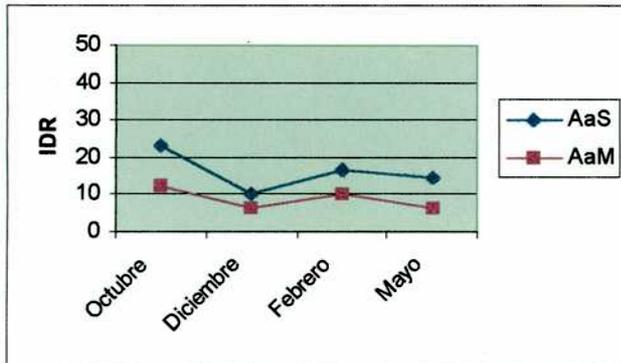
No hubo diferencias estadísticamente significativas en la abundancia total de roedores entre los campos de maíz y soja (Figura 5.7 ; Mann-Whitney U test  $P > 0.05$ ).

Entre los bordes la única especie que mostró diferencias fue *C. laucha*, que fue más abundante en maíz ( $U = 0$ ,  $P = 0.046$ ).

#### 5.1.3.2c Diferencias en la abundancia de roedores entre parcelas de maíz y soja en cada mes de muestreo.

No hubo diferencias significativas entre parcelas de maíz y soja en la abundancia de ninguna especie en ningún mes de muestreo del segundo período (Fig. 5.5 ; Mann-Whitney U test  $P > 0.05$ ). *A. azarae* varió en forma similar en las parcelas de maíz y soja, aunque la abundancia siempre fue mayor en la soja que en el maíz. *C. laucha* fue más abundante en maíz que en soja en octubre y mayo. *C. musculus* fue más abundante en maíz que en soja en octubre, febrero y mayo.

Figura 5.5 Abundancia de las distintas especies de acuerdo a las parcelas de cultivo, para cada mes de muestreo. Especies Aa: *Akodon azarae*; Cl: *Calomys laucha*; Cm: *Calomys musculus*; Of: *Oligoryzomys flavescens*. Tipo de parcela: maíz M, soja S.



**5.1.3.2d. Diferencias en la abundancia de roedores entre cultivos de maíz y soja considerando los hábitats de campo y borde en cada mes de muestreo.**

*C. laucha* mostró mayor abundancia en el hábitat de campo de maíz que en el campo de soja en el muestreo de mayo, cuando ambos cultivos estaban en rastrojo (Fig. 5.6,  $U = 0$ ,  $P = 0.0495$ ).

En los bordes no se detectaron diferencias estadísticamente significativas para ninguna de las especies, aunque la abundancia de *C. laucha* fue mayor en los bordes de maíz respecto a los de soja; y *A. azarae* fue más abundante en los bordes de soja. *C. musculus* y *O. flavescens* fueron muy poco abundantes y no mostraron variaciones significativas en la abundancia entre bordes de parcelas de maíz y soja (Fig. 5.7).

Figura 5.6 Abundancia de las distintas especies en el hábitat de campo en los distintos meses de muestreo del segundo periodo. Especies Aa: *Akodon azarae*; Cl: *Calomys laucha*; Cm: *Calomys musculinus*; Of: *Oligoryzomys flavescens*. Tipo de parcela: maíz M, soja S. Hábitat: C campo

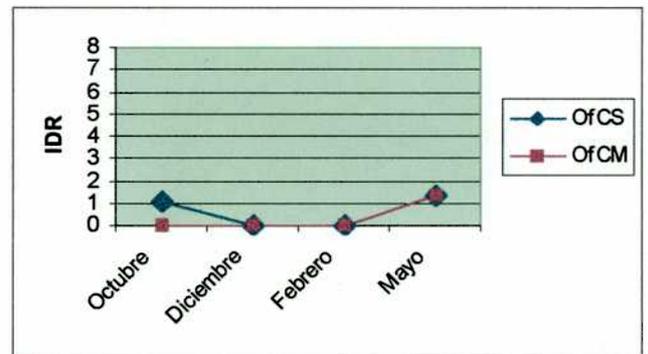
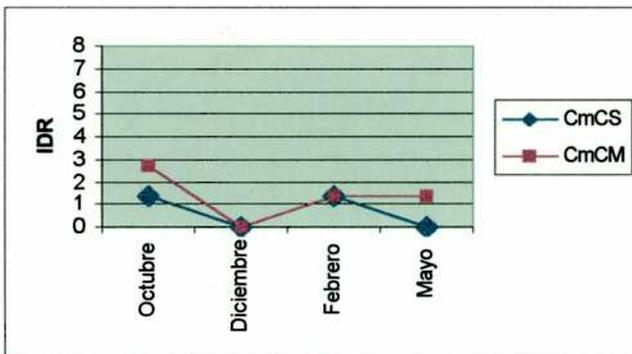
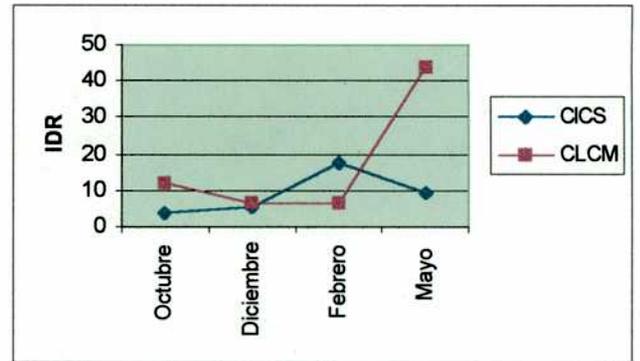
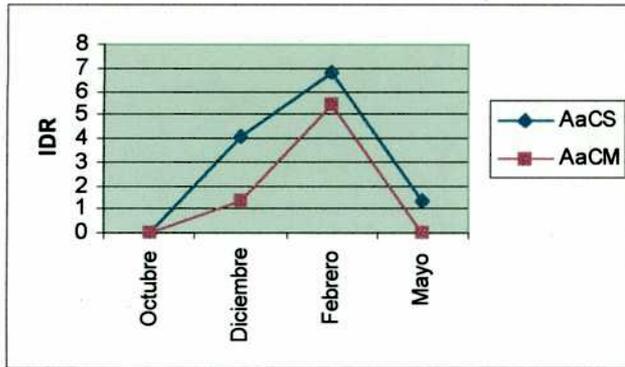
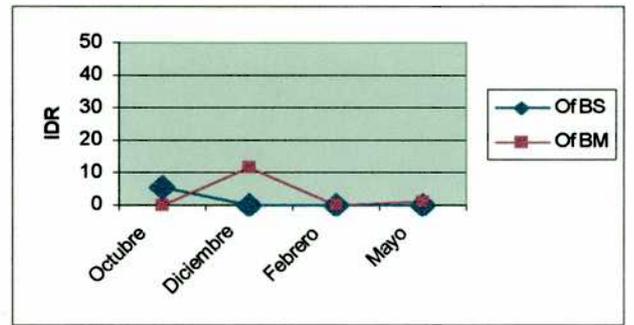
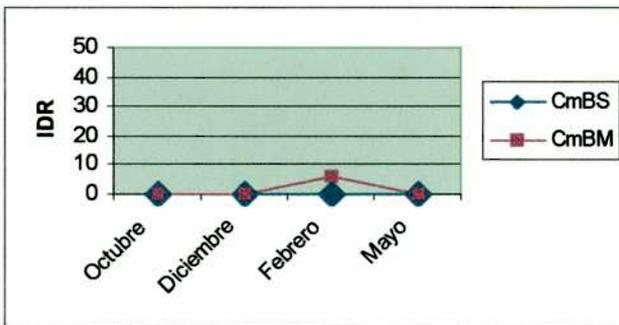
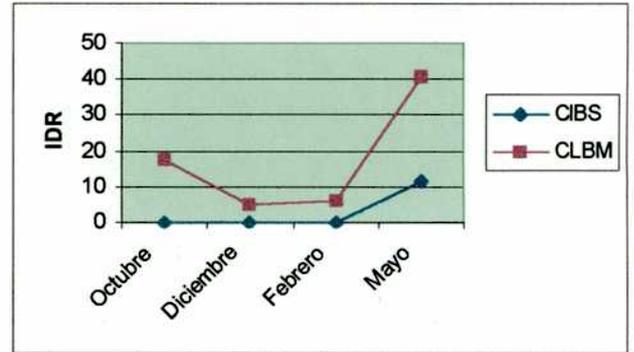
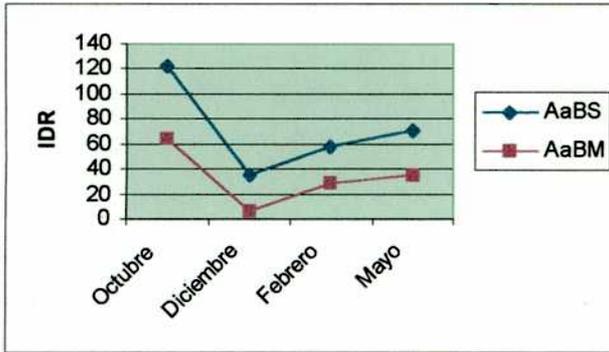


Figura 5. 7 Abundancia de las distintas especies en el hábitat de borde en los distintos meses de muestreo del segundo periodo. Especies Aa: *Akodon azarae*; Cl: *Calomys laucha* ; Cm: *Calomys musculus*; Of: *Oligoryzomys flavescens*. Tipo de parcela: maíz M, soja S. Hábitat : B borde



## **SECCIÓN 5.2.**

### **ESTRUCTURA DE LAS POBLACIONES Y ASPECTOS REPRODUCTIVOS**

## 5.2.1 OBJETIVOS E HIPÓTESIS

### Objetivo

El objetivo de esta parte de nuestra investigación fue estudiar la estructura poblacional y aspectos reproductivos en parcelas de maíz y soja, a fin de encontrar los posibles procesos que determinan variaciones en la abundancia.

### Hipótesis

1. El inicio de la estación reproductiva de *C. laucha* es más temprana en parcelas de maíz que en las de soja.
2. El inicio de la estación reproductiva de *A. azarae* se produce al mismo tiempo en las parcelas de maíz y soja.

## 5.2.2 MATERIALES Y MÉTODOS

**5.2.2.1. Trabajo de campo.** El diseño de muestreo se realizó de acuerdo a lo explicado en el capítulo 3 punto 3.1. Para analizar la estructura de las poblaciones en el primer período se consideró el muestreo de julio, y en el segundo período se consideró el muestreo de abril. Es importante destacar que todos los individuos se capturan a partir de los 30 días, dado que el destete se produce aproximadamente a los 21 días de vida (Suárez, 1996)

### 5.2.2.2. Análisis Estadístico.

Se compararon la proporción de sexos, condición reproductiva y estructura de edades de *A. azarae* y *C. laucha* entre parcelas de soja y maíz, para cada uno de los meses de muestreo, en cada uno de los períodos por separado.

Para *C. musculus* y *O. flavescens* no se pudo realizar el análisis dado el bajo número de individuos.

### 5.2.2.3. Proporción de sexos

Para las especies estudiadas se registró el número de individuos macho y el número de individuos hembra, calculándose la proporción de sexos para el total de capturas, de acuerdo al tipo de parcela de cultivo y mes de muestreo.

Se analizaron los desvíos en las proporciones de sexos respecto a la proporción 1:1 para cada tipo de parcela de cultivo, utilizando la prueba no paramétrica de  $X^2$ ; considerando diferencias significativas con un  $P < 0.05$ , (Siegel, 1988)

Se comparó la proporción de sexos entre parcelas de maíz y soja, a lo largo de cada período mediante el test de proporciones (Sokal y Rohlf 1999).

### 5.2.2.4. Estructura de edades.

La estructura de edades para las poblaciones de *A. azarae* y *C. laucha* se realizó en base a la longitud corporal. Los intervalos utilizados para definir cada clase para cada especie fueron tomados de Busch., (1987). Se analizaron de acuerdo al tipo de parcela y a la etapa del ciclo del cultivo

| Clase            | I     | II        | III       | IV        | V    |
|------------------|-------|-----------|-----------|-----------|------|
| Especie          |       |           |           |           |      |
| <i>A. azarae</i> | <=140 | >140<=149 | >149<=159 | >159<=169 | >169 |
| <i>C. laucha</i> | <=110 | >110<=130 | >130<=140 | >140      |      |

### 5.2.2.5 Reproducción .

Se cuantificó el número de hembras reproductivamente activas en cada parcela de cultivo en cada muestreo. Se consideraron hembras reproductivamente activas a las hembras con la vagina abierta y preñadas. Las hembras preñadas fueron detectadas a simple vista o por palpación, por lo que se puede haber subestimado la prevalencia de preñez.

De acuerdo al tipo de parcela y mes de muestreo en los cuales se detectaron hembras preñadas se calculó la tasa bruta de preñez como  $(TBP = N \text{ de hembras preñadas} / N \text{ de hembras totales})$ . Se compararon los valores de la tasa entre tipos de parcela de cultivo en un mismo mes de muestreo mediante el test de proporciones ( Sokal y Rohlf 1999).

Se cuantificó el número de machos reproductivamente activos en cada parcela de cultivo en cada muestreo. Se consideró reproductivamente activos a aquellos que tenían testículos en posición escrotal.

Debido a que durante el primer período de muestreo no se efectuaron muestreos durante septiembre y octubre, meses donde se inicia la estación reproductiva de las especies en estudio, no podemos precisar en qué momento se inició la estación reproductiva por lo tanto las proporciones de individuos reproductivamente activos pueden presentar valores subestimados con respecto a los reales.

### 5.2.3 RESULTADOS

#### 5.2.3 1 Primer período

##### 5.2.3 1.1 *Akodon azarae* .

##### 5.2.3 1.1a. Proporción de sexos

En las parcelas de maíz de un total de 104 individuos, 58 fueron hembras y 46 machos. La proporción de sexos no difirió del 1 a 1 ( $\chi^2 = 1.38$ ;  $p < 0.2393$ ). En las parcelas de soja de un total de 76 individuos, 49 fueron hembras y 27 machos. La proporción de hembras fue significativamente mayor ( $\chi^2 = 6.36$   $p < 0.01$ ). No hubo diferencias significativas en la proporción de sexos entre las parcelas de maíz y soja (Test de Proporciones  $P = 0.28$ ).

##### 5.2.3 1.1b. Reproducción y estructura de edades

En las parcelas de maíz se detectaron hembras activas no preñadas en enero y marzo y preñadas sólo en enero; hubo machos reproductivamente activos en enero, marzo y mayo. En el mes de julio no se detectaron individuos activos (Tabla 5.2.1). La reproducción se habría iniciado antes de enero debido a que en este mes ya se observan individuos de la clase I (Figura 5.2.1); en enero la mayor parte de la población estaba formada por individuos sobreinvernantes adultos (Clase IV) y viejos (Clase V). En el mes de marzo disminuyó la cantidad de individuos de las clases III y IV, y aumentó la cantidad de individuos de la clase V. Finalmente en mayo, la población estaba formada fundamentalmente por individuos de las clases III y IV. La reproducción se extendió por lo menos hasta mayo, mes en el que se capturaron individuos activos (Figura 5.2.1).

En las parcelas de soja se detectaron hembras reproductivamente activas en enero y en marzo. Se capturaron hembras preñadas en enero (TBP= 0.32) y en marzo (TBP=0.14); se

capturaron machos reproductivamente activos en enero y marzo (Tabla 5.2.1). La reproducción se inició antes de enero (Figura 5.2.1) aunque no podemos precisar cuándo. En este mes la población estaba formada por individuos de las clases IV y V. Los individuos de la clase IV disminuyeron en marzo y aumentaron los individuos de la clase V. Entre marzo y mayo desaparecieron los individuos de la clase V y la población estaba formada fundamentalmente por individuos de las clase I, II y IV. La reproducción de hembras y machos se interrumpió antes de mayo, dado que en mayo y en julio no observamos individuos activos.

Tabla 5.2.1 Actividad reproductiva de *A. azarae* en parcelas de maíz y soja. Nm: Individuos totales capturados en parcelas de maíz. Ns: Individuos totales capturados en parcelas de soja. En cada mes y tipo de parcela, se define: Nh: hembras totales; Nma: machos totales; Ha: hembras con vagina abierta; Hp: hembras preñadas; Me: machos escrotales; TBP: tasa bruta de preñez y (-) no se muestreo.

|      | Enero       |                    |             | Marzo       |                    |            | Mayo        |    |             | Julio        |    |    |
|------|-------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|------------|-------------|----|-------------|--------------|----|----|
|      | Ha          | Hp                 | Me          | Ha          | Hp                 | Me         | Ha          | Hp | Me          | Ha           | Hp | Me |
|      | Nm=35 Ns=30 |                    |             | Nm=14 Ns=29 |                    |            | Nm=55 Ns=17 |    |             | Nm=23 Ns=(-) |    |    |
| Maíz | 3<br>Nh=22  | 2<br>TBP<br>(0.09) | 8<br>Nma=13 | 3<br>Nh=9   | 0                  | 3<br>Nma=5 | 0<br>Nh=27  | 0  | 3<br>Nma=28 | 0<br>Nh=     | 0  | 0  |
| Soja | 2<br>Nh=16  | 5<br>TBP<br>(0.32) | 6<br>Nma=14 | 2<br>Nh=21  | 3<br>TBP<br>(0.14) | 1<br>Nma=8 | 0<br>Nh=12  | 0  | 0<br>Nma=5  | -            | -  | -  |

Figura 5.2.1 Estructura de edades y reproducción en la población de *A. azarae*, durante el primer período.  
 ● Hembras activas ○ Hembras no activas ◆ Machos activos □ Machos inactivos

|                      |              |                           |              |                     |             |                     |                 |
|----------------------|--------------|---------------------------|--------------|---------------------|-------------|---------------------|-----------------|
| V                    | ○ ○ ●        | ◆ ◆ ◆ ○                   | ◆ ◆ ◆ ○ ○    | ◆ ◆ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ | □ □ ◆       | ○ ○ ○ ○ ○ ●         | ◆ ◆ □ □ □ □     |
| IV                   | ○ ○ ○ ○ ● ●  | □ □ ◆ ○ ○ ○ ○ ● ● ● ● ● ● | □ □ □ ○ ○    | ○ ○ ○ ○ ○           | □ □ ○ ○     | □ □ ○ ○ ○ ○ ●       | ◆ □ □ □ □       |
| III                  | ● ● ○ ○      | ◆ ○ ○                     | □ ◆ ○        | ◆ ○ ○               | ○ ○ ○ ○     | □ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ | □ □ □ □ □ □ □ □ |
| II                   | ○ ○          | □ □ ●                     | ○            | □ ○                 | □ ○ ○       | ○                   | □ □             |
| I                    | ○ ○ ○ ○ ○ ●  | ○ □                       |              | ○ ○ ●               | ○ ○ ○ ○     | □ □ ○ ○ ○ ○         | □ ◆ ◆ ◆         |
| <b>Clase de edad</b> | <b>Maíz</b>  | <b>Soja</b>               | <b>Maíz</b>  | <b>Soja</b>         | <b>Soja</b> | <b>Maíz</b>         |                 |
|                      | <b>Enero</b> |                           | <b>Marzo</b> |                     | <b>Mayo</b> |                     |                 |

### **5.2.3.1.2 *Calomys laucha***

#### **5.2.3.1.2a. Proporción de sexos**

En parcelas de maíz de un total de 32 individuos , 9 fueron hembras y 23 machos , siendo la proporción de machos significativamente mayor (  $X^2 = 6,125$ ;  $p < 0.01$ ). En las parcelas de soja de un total de 15 individuos , 6 fueron hembras y 9 machos. La proporción de sexos no difirió del 1 a 1 (  $X^2 = 0.66$   $p < 0.43$ ). No hubo diferencias significativas en la proporción de sexos entre las parcelas de maíz y soja (Test de proporciones  $P = 0.41$ ).

#### **5.2.3.1.2b. Reproducción y estructura de edades**

En parcelas de maíz se capturaron solamente hembras preñadas en enero y en marzo; mientras que machos reproductivamente activos se capturaron en enero , marzo y mayo. En Julio no se detectaron individuos de ningún sexo activos (Tabla 5.2.2).

En enero la población estaba formada por individuos de las clases II y III, siendo la mayoría reproductivamente activos. En marzo permanecieron los individuos de la clase III y fueron capturados individuos de la clase I , además observamos que desaparecieron los individuos de la clase II. En mayo la población estaba formada fundamentalmente por individuos de la clase I y II. La reproducción se extendió por lo menos hasta mayo.

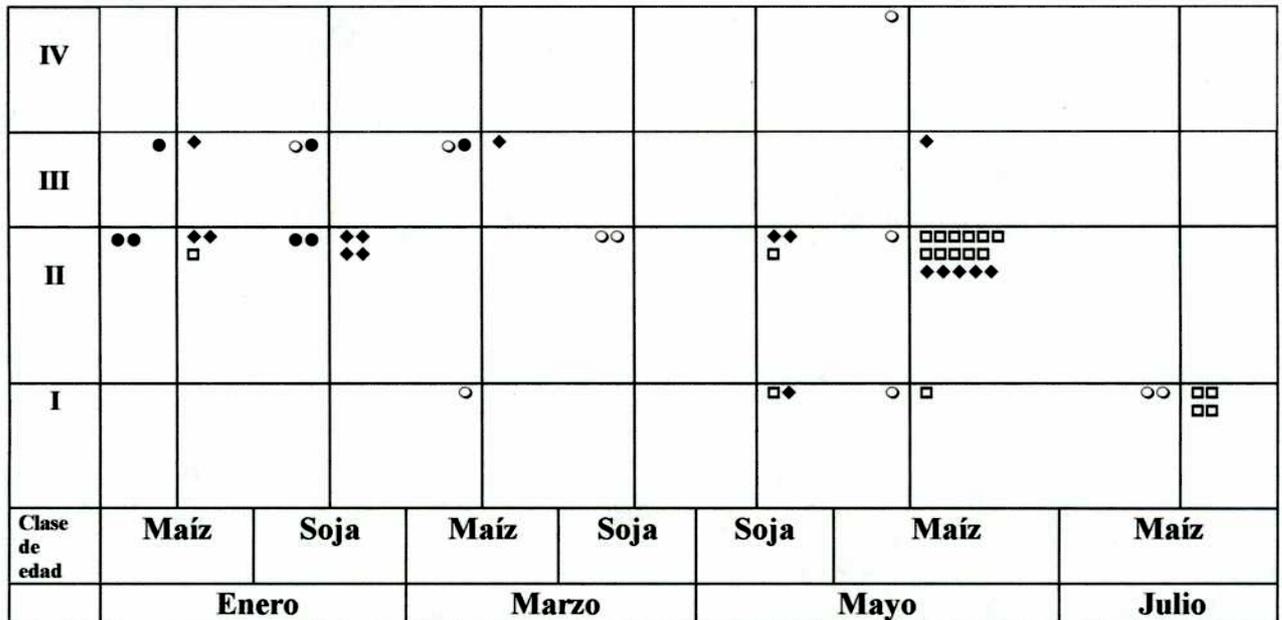
En parcelas de soja se capturaron hembras preñadas solo en enero, y machos reproductivamente activos en enero y mayo (Tabla 5.2.2). En enero la población estaba formada por individuos de las clases II y III, en marzo desaparece la clase III. La reproducción se extendió hasta mayo, momento en que la población estaba formada por individuos de la clase I y II. No podemos precisar cuando comenzó la estación reproductiva pero es llamativo la observación de individuos de la clase I recién a partir de mayo.

Tabla 5.2.2. Actividad reproductiva de *C. laucha* en parcelas de maíz y soja. Nm: Individuos totales capturados en parcelas de maíz. Ns: Individuos totales capturados en parcelas de soja. En cada mes y tipo de parcela, se define: Nh: hembras totales; Nma: machos totales; Ha: hembras con vagina abierta; Hp: hembras preñadas; Me: machos escrotales; TBP: tasa bruta de preñez y (-) no se muestreo.

|      | Enero     |                    |           | Marzo     |                    |           | Mayo      |      |            | Julio     |        |           |
|------|-----------|--------------------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------|------------|-----------|--------|-----------|
|      | Nm=7      | Ns=8               |           | Nm=4      | Ns=2               |           | Nm=21     | Ns=5 |            | Nm=6      | Ns=(-) |           |
|      | Ha        | Hp                 | Me        | Ha        | Hp                 | Me        | Ha        | Hp   | Me         | Ha        | Hp     | Me        |
| Maíz | 0<br>Nh=3 | 3<br>TBP<br>(1)    | 3<br>Nm=4 | 0<br>Nh=3 | 1<br>TBP<br>(0.33) | 1<br>Nm=1 | 0<br>Nh=3 | 0    | 6<br>Nm=18 | 0<br>Nh=2 | 0      | 0<br>Nm=4 |
| Soja | 0<br>Nh=4 | 3<br>TBP<br>(0.42) | 4<br>Nm=4 | 0<br>Nh=2 | 0                  | 0<br>Nm=0 | 0<br>Nh=0 | 0    | 3<br>Nm=5  | -         | -      | -         |

Figura 5.2.2. Estructura de edades y reproducción en la población de *C. laucha* en parcelas de maíz y soja, durante el primer período.

● Hembras activas ○ Hembras no activas ◆ Machos activos □ Machos inactivos



## 5.2.3 2 SEGUNDO PERÍODO

### 5.2.3 2.1 Akodon azarae

#### 5.2.3 2.1a. Proporción de sexos

En los campos de maíz de un total de 28 individuos, 14 fueron hembras y 14 machos. En los campos de soja de un total de 58 individuos 25 fueron hembras y 33 fueron machos. La proporción de sexos resultante no se apartó significativamente de 1:1 ( $\chi^2 = 1.10$ ;  $p < 0.29$ ). No hubo diferencias significativas en la proporción de sexos entre las parcelas de maíz y soja (Test de proporciones  $P = 0.5428$ ).

#### 5.2.3 2.1b. Reproducción y estructura de edades .

En parcelas de maíz se observaron hembras activas y preñadas en diciembre y febrero, y machos reproductivamente activos desde octubre hasta febrero (Tabla 5.2.3). La reproducción de *A. azarae* habría empezado en octubre, ya que en este mes hay individuos activos, pero recién aparecen juveniles en el muestreo de diciembre. En octubre la población estaba formada por sobreinvernantes (pero no existían individuos de los más viejos, clase V). Entre diciembre y febrero desaparecieron los individuos más grandes. En abril se interrumpió la reproducción, ya que en mayo no se encontraron juveniles de la Clases I y II.

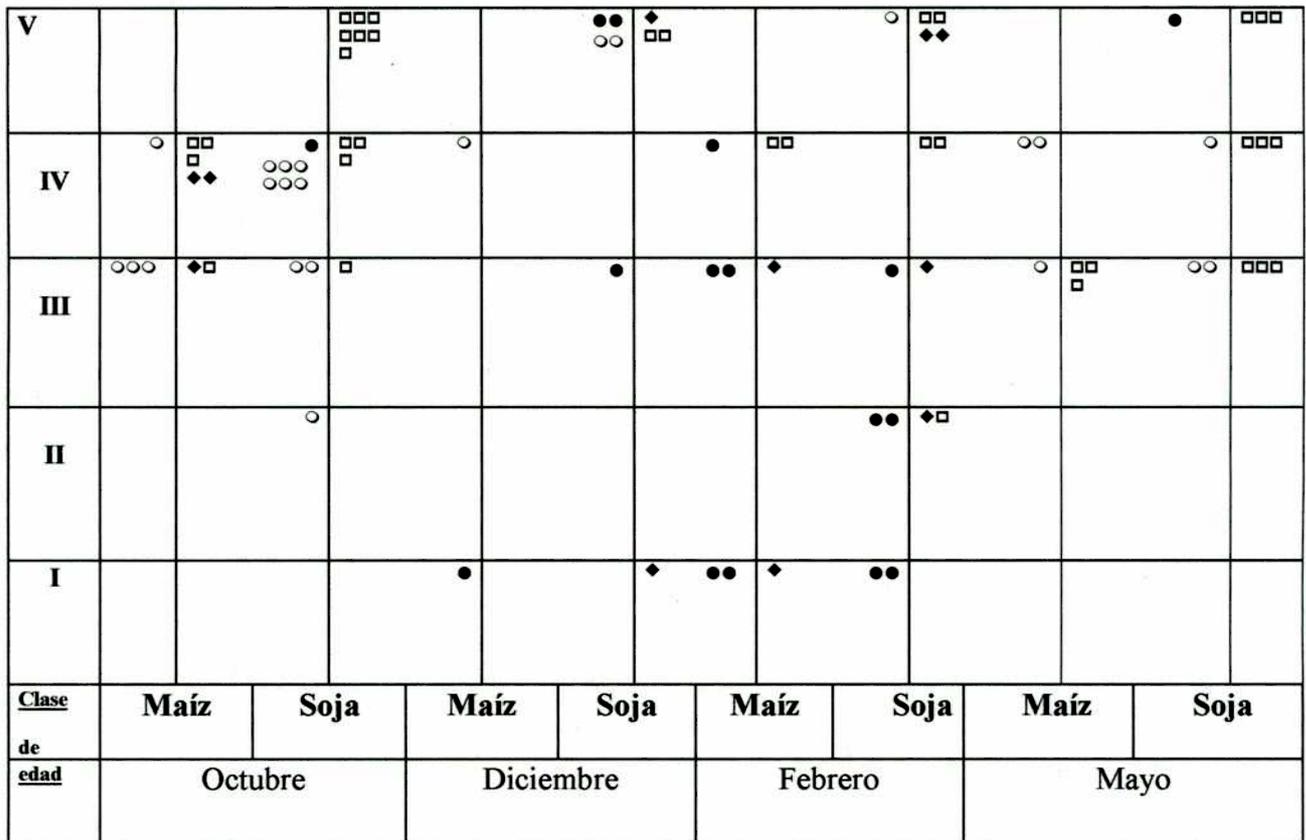
En parcelas de soja se observaron hembras activas en diciembre, febrero, abril y mayo; hembras preñadas en diciembre y febrero; y machos reproductivamente activos desde octubre hasta Abril inclusive (Tabla 5.2.3). La reproducción empezó en octubre dado que se observaron individuos de la clase I en diciembre, y una hembra activa en octubre. En ese momento había también sobreinvernantes (incluyendo a la clase V). La reproducción se interrumpió en mayo (Figura 5.2.3).

Tabla 5.2.3 . Actividad reproductiva de *A. azarae* en parcelas de maíz y soja. Los datos del mes de abril se consideraron únicamente para interpretar la duración de la estación reproductiva en las parcelas de soja.  
 Nm: Individuos totales capturados en parcelas de maíz. Ns: Individuos totales capturados en parcelas de soja.  
 En cada mes y tipo de parcela, se define: Nh: hembras totales; Nma: machos totales; Ha: hembras con vagina abierta; Hp: hembras preñadas; Me: machos escrotales; TBP: tasa bruta de preñez y (-) no se muestreo.

|      | Octubre   |       |            | Diciembre |                   |           | Febrero   |                   |           | Abril      |     |            | Mayo      |              |           |
|------|-----------|-------|------------|-----------|-------------------|-----------|-----------|-------------------|-----------|------------|-----|------------|-----------|--------------|-----------|
|      | Nm=11     | Ns=21 |            | Nm=2      | Ns=9              |           | Nm=9      | Ns=15             |           | Nm=        | Ns= | (-)        | 23        | Nm=          | Ns=       |
|      | Ha        | Hp    | Me         | Ha        | Hp                | Me        | Ha        | Hp                | Me        | Ha         | Hp  | Me         | Ha        | Hp           | Me        |
| Maíz | 0<br>Nh=4 | 0     | 3<br>Nm=7  | 1<br>Nh=2 | 1<br>TBP<br>(0.5) | 0<br>Nm=0 | 4<br>Nh=5 | 1<br>TBP<br>(0.2) | 2<br>Nm=4 | -          | -   | -          | 0<br>Nh=3 | 0            | 0<br>Nm=3 |
| Soja | 0<br>Nh=9 | 0     | 1<br>Nm=12 | 0<br>Nh=5 | 3<br>TBP<br>(0.6) | 2<br>Nm=4 | 2<br>Nh=6 | 3<br>TBP<br>(0.5) | 4<br>Nm=9 | 0<br>Nh=12 | 9   | 7<br>Nm=10 | 0<br>Nh=5 | 2<br>TBP=0.4 | 0<br>Nm=8 |

Figura 5.2.3 . Estructura de edades y reproducción en la población de *A. azarae* en parcelas de maíz y soja, durante el segundo período.

● Hembras activas ○ Hembras no activas ◆ Machos activos □ Machos inactivos



### **5.2.3 2.2 *Calomys laucha***

#### **5.2.3 2.2 a. Proporción de sexos**

En las parcelas de maíz de un total de 63 individuos, 26 fueron hembras y 37 machos. La proporción de sexos no se apartó significativamente de 1:1. ( $\chi^2 = 1.92$ ;  $p < 0.1657$ ). En las parcelas de soja de un total de 29 individuos capturados 11 fueron hembras y 18 fueron machos. La proporción de sexos resultantes no se apartó del 1:1 ( $\chi^2 = 1.68$ ;  $p < 0.19$ ). No hubo diferencias significativas en la proporción de sexos entre las parcelas de maíz y soja (Test de proporciones  $P = 0.78$ )

#### **5.2.3 2.2 b. Reproducción y estructura de edades .**

En las parcelas de maíz se observaron hembras y machos activos a partir de octubre y hasta mayo inclusive (Tabla 5.2.4). La reproducción de *C. laucha* habría comenzado en octubre, dado que se observaron individuos de la clase I en diciembre, la reproducción se extendió hasta mayo ya que se observaron individuos activos de las clases I, II y III.

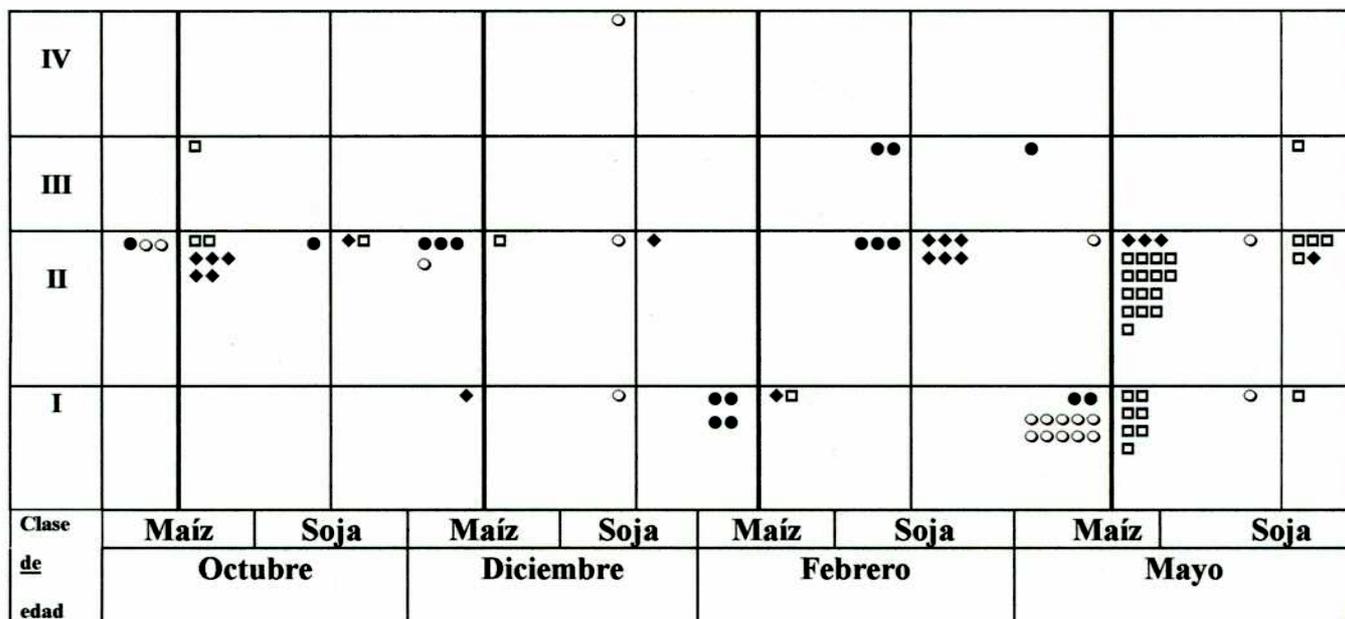
En las parcelas de soja se observaron hembras y machos activos a partir de octubre y hasta abril inclusive (Tabla 5.2.4). La reproducción habría empezado en octubre dado que en diciembre se observaron individuos de la clase I y la reproducción se extendió hasta mayo dado que se observó un individuo activo de la clase II (Figura 5.2.4).

Tabla 5.2.4 . Actividad reproductiva de *C. laucha* en parcelas de maíz y soja. Nm: Individuos totales capturados en parcelas de maíz. Ns: Individuos totales capturados en parcelas de soja. En cada mes y tipo de parcela, se define: Nh: hembras totales; Nma: machos totales; Ha: hembras con vagina abierta; Hp: hembras preñadas; Me: machos escrotales; TBP: tasa bruta de preñez y (-) no se muestreo. TBP: tasa bruta de preñez.

|      | Octubre   |                    |           | Diciembre |                    |           | Febrero   |                   |           | Abril      |                     |             | Mayo       |                   |            |
|------|-----------|--------------------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|-------------------|-----------|------------|---------------------|-------------|------------|-------------------|------------|
|      | Nm=12     | Ns=3               |           | Nm=6      | Ns=4               |           | Nm=6      | Ns=13             |           | Ns=55      |                     |             | Nm=39      | Ns=9              |            |
|      | Ha        | Hp                 | Me        | Ha        | Hp                 | Me        | Ha        | Hp                | Me        | Ha         | Hp                  | Me          | Ha         | Hp                | Me         |
| Maíz | 0<br>Nh=3 | 1<br>TBP<br>(0.33) | 6<br>Nm=9 | 3<br>Nh=4 | 3<br>TBP<br>(0.75) | 1<br>Nm=2 | 0<br>Nh=4 | 4<br>TBP<br>(1)   | 1<br>Nm=2 | -          | -                   | -           | 0<br>Nh=15 | 3<br>TBP<br>(0.2) | 4<br>Nm=24 |
| Soja | 0<br>Nh=1 | 1<br>TBP<br>(1)    | 1<br>Nm=2 | 0<br>Nh=3 | 0                  | 1<br>Nm=1 | 2<br>Nh=5 | 3<br>TBP<br>(0.6) | 8<br>Nm=8 | 1<br>Nh=23 | 19<br>TBP<br>(0.79) | 26<br>Nm=32 | 0<br>Nh=2  | 0                 | 1<br>Nm=7  |

Figura 5.2.4 .Estructura de edades y reproducción de la población de *C. laucha* en parcelas de maíz y soja, durante el segundo período.

● Hembras activas ○ Hembras no activas ◆ Machos activos □ Machos inactivos



**SECCIÓN 5.3**  
**CONDICIÓN FÍSICA**

### **5.3.1 OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

#### **Objetivo :**

Nuestro objetivo fue comparar la condición física de los individuos de las distintas especies en cada tipo de cultivo.

#### **Hipótesis**

En las parcelas de maíz los individuos de *C. laucha* y *A. azarae* tienen mayor índice de condición física que en los de soja.

### **5.3.2 Materiales y Métodos**

#### **5.3.2.1 Trabajo de Campo**

La comparación de la condición física entre parcelas de maíz y soja se realizó en base a datos de captura viva obtenidos de los muestreos descritos en el capítulo 3 (sección 3.1) y en base a los datos de la experiencia de captura muerta obtenidos de los muestreos descritos en el mismo capítulo (sección 3.2). En el segundo caso, debido a que los animales estaban formolizados, asumimos que el incremento en peso era igual para ambos tipos de parcelas y por lo tanto no afectaba las comparaciones.

### 5.3.2.2. Estimación de la condición física.

Se utilizaron diferentes índices de condición física para los individuos capturados en muestreos de captura viva y captura muerta.

#### a) Individuos capturados en muestreos de captura viva.

La condición física fue calculada como la relación entre el peso corporal y la longitud del cuerpo (Lidicker, 1973):

$$\text{ICF} = \text{peso corporal} / (\text{largo cabeza-largo del cuerpo})$$

#### b) Individuos capturados en muestreos de captura muerta

La condición física fue calculada como la relación entre el peso eviscerado y la longitud del cuerpo:

$$\text{ICF} = (\text{peso corporal eviscerado}) / (\text{largo cabeza-largo del cuerpo})$$

### 5.3.2.3 Análisis estadístico

La condición física (ICF) de los individuos de *A. azarae* y *C. laucha* obtenida en la experiencia de captura muerta se comparó entre parcelas de cultivo (maíz, soja 1era y soja 2da) mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis ( $p < 0.05$ ). Se realizaron comparaciones múltiples (a posteriori) para detectar diferencias significativas en cuanto a la condición física entre los distintos tipos parcelas de cultivo ( $p < 0.05$ ) (Siegel 1998). La condición física (ICF) obtenida en la experiencia de captura viva (período 1 y 2) se comparó entre parcelas de cultivo (soja y maíz) mediante la prueba no paramétrica de Mann-Whitney U test ( $p < 0.05$ ).

En la experiencia de captura muerta se realizaron las comparaciones de los (ICF) diferenciando la etapa pre y poscosecha; en la experiencia de captura viva se realizaron las comparaciones en cada uno de los meses de muestreo.

### 5.3.3 Resultados

#### 5.3.3.1 Experiencia de captura viva

##### 5.3.3.1.1 Primer período

###### *Akodon azarae*

En los meses de enero y marzo no se detectaron diferencias en la condición física de los individuos entre parcelas de cultivo (U=3, P= 0.5126 en enero); (U=3, P= 0.5126 en marzo ). En mayo (poscosecha para ambos cultivos) la condición física de los individuos de *A. azarae* fue mayor en campos de maíz que en campos de soja (U=0, P= 0.0495);

Figura 5.3.1

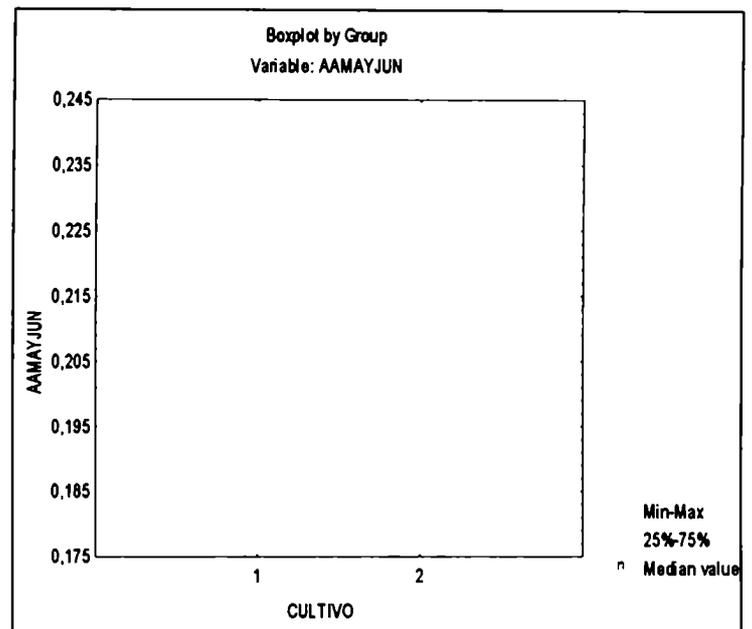


Figura 5.3.1. Condición física de *A. azarae* en mayo del 1er período. Cultivo 1: maíz; 2: soja 1era; 3: soja 2da

###### *Calomys laucha*

No se detectaron diferencias en la condición física de los individuos entre parcelas de cultivo en ninguno de los meses de muestreo a lo largo del primer período; (U=3, P= 0.5126; U= 1, P= 0.1266; U=2, P= 0.2762 en enero, marzo y mayo respectivamente).

### **5.3.3.1.2. Segundo Período**

#### ***Akodon azarae***

Se analizaron los índices de condición física en los meses de octubre, febrero y mayo, dado que en diciembre no se contó con datos suficientes para realizar el análisis.

No se detectaron diferencias en la condición física de los individuos en ninguno de los meses del segundo período (U= 3, P=0.5127; U=3, P=0.5127 ; U=1 P=0.1266 en octubre, febrero y en mayo respectivamente) .

#### ***Calomys laucha***

Se analizaron los índices de condición física en los meses de febrero y mayo, dado que en octubre y diciembre no se contó con datos suficientes para realizar el análisis. No se detectaron diferencias en la condición física de los individuos entre parcelas de cultivo en los meses analizados en el segundo período: (U= 3, P=0.5127; U= 4, P=0.8273 en febrero y en mayo respectivamente) .

### 5.3.3.2 Experiencia de captura muerta.

#### *Akodon azarae*

En la etapa precosecha la condición física promedio de los individuos de *A. azarae* varió entre parcelas de maíz, soja de primera y soja de segunda [ $H(2,N=9)= 6.49$ ,  $P= 0.039$ ] siendo mejor la condición física de los individuos en la soja de segunda que en el maíz (comparaciones múltiples  $q= 5.66$   $p<0.05$ ), Figura 5.3.2 .

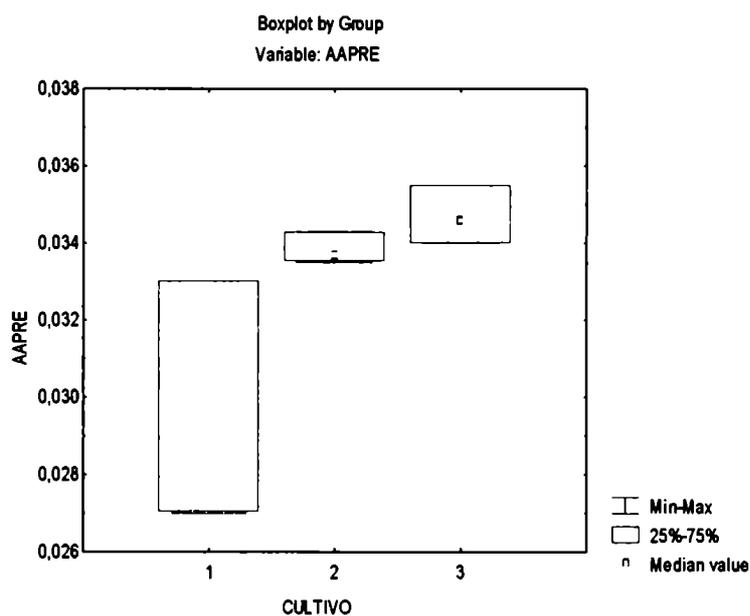


Figura 5.3.2. Condición física de *A. azarae* en precosecha.  
Cultivo 1: maíz; 2: soja 1era; 3: soja 2da

En la etapa postcosecha no se detectó diferencias en la condición física de los individuos entre parcelas de cultivo [ $H(2,N=9)= 1.12$ ,  $P= 0.5704$ ];

#### *Calomys laucha*

Ni en la etapa precosecha ni en la postcosecha la condición física de los individuos de esta especie varió entre parcelas de cultivo. [ $H(2,N=9)= 0.09$ ,  $P=0.955$ , en precosecha ];  
[  $H(2,N=9)= 0.08$ ,  $P=0.956$ , en postcosecha.].

**SECCIÓN 5.4**  
**EFFECTO DEL TIEMPO DESDE LA SIEMBRA SOBRE LA ABUNDANCIA DE**  
**ROEDORES.**

### **5.4.1 OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

#### **Objetivos**

El objetivo de esta experiencia fue evaluar si existía una asociación entre el tiempo transcurrido desde la siembra y la abundancia de roedores en parcelas con cultivos a término y rastrojo.

#### **Hipótesis**

El tiempo transcurrido desde la siembra, está relacionada positivamente con la abundancia de roedores.

### **5.4.2 Materiales y Métodos**

El diseño de muestreo se describe en el capítulo 3 (sección 3.2). Los datos para esta experiencia fueron los mismos que utilizamos para calcular los índices de condición física.

Debido a que el esfuerzo de captura fue variable según el tipo de parcela de cultivo, la abundancia se estimó mediante un índice de densidad relativa (IDR), ( Kravetz 1978, Mills 1991).

$$\text{IDR} = (\text{N}^\circ \text{ de individuos capturados en la parcela} / \text{N de trampas} \times 7 \text{ noches}) \times 100$$

Para cada una de las parcelas muestreadas en la etapa precosecha y poscosecha se registraron: fecha de siembra, fecha de cosecha y fecha de muestreo. Se estimó el tiempo desde la siembra calculando el número de días entre la siembra y el momento en que se realizó el muestreo.

#### 5.4.2.1 Análisis estadístico. .

Para comparar la abundancia de cada una de las especies entre parcelas de cultivo (maíz, soja 1era y soja de segunda) se utilizó el test de Kruskal-Wallis (Siegel 1998).

Para evaluar el grado de asociación y su significación entre los días transcurridos desde la siembra y la abundancia de roedores se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman de rangos ordenados (Siegel 1998).

#### 5.4.3 Resultados

En la etapa precosecha (Tabla 8.1) *A. azarae* y *C. laucha* no mostraron diferencias significativas en su abundancia entre los tres tipos de parcelas de cultivo [para *A. azarae*  $H(2, N=9) = 1.70$ ,  $P=0.42$ , Fig.5.4.1a y para *C. laucha*  $H(2, N=9)=0.97$ ,  $P=0.61$ , Fig.5.4.1b].

En esta etapa *A. azarae* y *C. laucha* no mostraron una correlación significativa entre la abundancia y el tiempo desde la siembra (Test de Spearman  $R=-0.51$ ,  $P=0.15$  para *A. azarae* y  $R=-0.12$ ,  $P=0.90$  para *C. laucha* respectivamente).

En la etapa poscosecha (Tabla 5.4.1) tampoco se detectaron diferencias significativas en la densidad de *A. azarae* y *C. laucha* entre los tres tipos de parcelas de cultivo [ $H(2, N=9) = 3.58$ ,  $P=0.16$  para *A.azarae* y  $H(2, N=9)=2.62$ ,  $P=0.26$  para *C. laucha*]; sin embargo la abundancia promedio de *A. azarae* en maíz fue mayor que en soja, ya que no se capturó ningún *A. azarae* en 4 de las 6 parcelas de soja. (Tabla 8.1, Figura 5.4.1). En esta etapa *A.azarae* mostró una tendencia a una asociación positiva entre la abundancia y el tiempo desde la siembra (Test de Spearman  $R=0.63$   $P=0.06$ ), observándose mayor densidad relativa de individuos de *A. azarae* en aquellos campos en los que transcurrió más tiempo desde la siembra (Fig 5.4.2). Las parcelas en las que había transcurrido más tiempo desde la siembra fueron 3 de maíz y dos de soja de segunda.

*Calomys laucha* no mostró una correlación significativa entre abundancia y tiempo desde la siembra (Test de Serman  $R = -0.11$ ,  $P = 0.76$ ).

Tabla 5.4.1. Se indica IDR para cada réplica, de acuerdo al tipo de parcela de cultivo (maíz, soja 1era y soja 2da) y etapa del ciclo del cultivo (pre cosecha y pos cosecha). Se expresa el tiempo desde la siembra en días. Entre paréntesis se expresa el número de individuos capturados.

| Etapa            |         | Precosecha | Maíz | Etapa            |        | Poscosecha  | Maíz |
|------------------|---------|------------|------|------------------|--------|-------------|------|
| <i>A. azarae</i> |         | IDR        | Días | <i>A. azarae</i> |        | IDR         | Días |
| Replicas         | Juan    | 2.38 ( 5 ) | 175  | Replicas         | Pedrol | 9.52 ( 20 ) | 240  |
|                  | Escuela | 0.47 ( 1 ) | 175  |                  | Pedro2 | 4.76 ( 10 ) | 240  |
|                  | Ruta    | 2.38 ( 5 ) | 120  |                  | Maíz99 | 0.47 ( 1 )  | 240  |
| Total            |         | N=11       |      | Total            |        | N= 31       |      |

| Etapa            |           | Precosecha  | Soja 1 | Etapa            |              | Poscosecha | Soja 1 |
|------------------|-----------|-------------|--------|------------------|--------------|------------|--------|
| <i>A. azarae</i> |           | IDR         | Días   | <i>A. azarae</i> |              | IDR        | Días   |
| Replicas         | Soja2     | 5.23 ( 11 ) | 150    | Replicas         | Entr. Pueblo | 0 ( 0 )    | 210    |
|                  | Soja3     | 1.42 ( 3 )  | 150    |                  | Chamillar    | 0.95 ( 2 ) | 210    |
|                  | Soja ruta | 0.95 ( 2 )  | 150    |                  | Soja iz.99   | 0 ( 0 )    | 180    |
| Total            |           | N=16        |        | Total            |              | N= 2       |        |

| Etapa            |       | Precosecha  | Soja 2 | Etapa            |           | Poscosecha | Soja 2 |
|------------------|-------|-------------|--------|------------------|-----------|------------|--------|
| <i>A. azarae</i> |       | IDR         | Días   | <i>A. azarae</i> |           | IDR        | Días   |
| Replicas         | Soja1 | 8.09 ( 17 ) | 110    | Replicas         | Soja Juan | 1.42 ( 3 ) | 240    |
|                  | Soja2 | 1.90 ( 4 )  | 110    |                  | Juan      | 0 ( 0 )    | 240    |
|                  | Soja3 | 4.76 ( 10 ) | 110    |                  | Soja 25   | 0 ( 0 )    | 180    |
| Total            |       | N=31        |        | Total            |           | N= 3       |        |

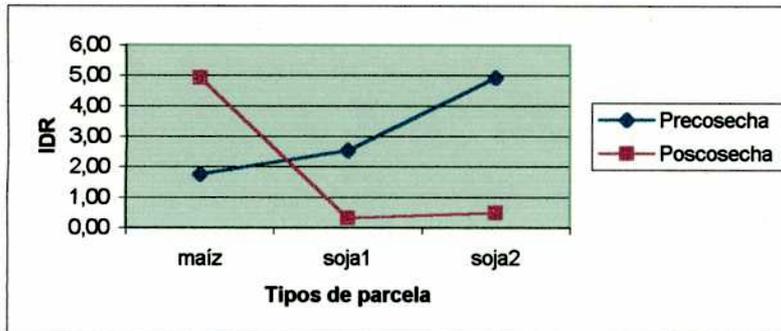
| Etapa            |         | Precosecha | maíz | Etapa            |        | Poscosecha  | maíz |
|------------------|---------|------------|------|------------------|--------|-------------|------|
| <i>C. laucha</i> |         | IDR        | Días | <i>C. laucha</i> |        | IDR         | Días |
| Replicas         | Juan    | 2.38 ( 5 ) | 175  | Replicas         | Pedrol | 2.87 ( 6 )  | 240  |
|                  | Escuela | 0.95 ( 2 ) | 175  |                  | Pedro2 | 7.14 ( 15 ) | 240  |
|                  | Ruta    | 2.87 ( 6 ) | 120  |                  | Maíz99 | 5.23 ( 11 ) | 240  |
| Total            |         | N=13       |      | Total            |        | N=32        |      |

| Etapa            |           | Precosecha | Soja 1 | Etapa            |              | Poscosecha  | Soja 1 |
|------------------|-----------|------------|--------|------------------|--------------|-------------|--------|
| <i>C. laucha</i> |           | IDR        | Días   | <i>C. laucha</i> |              | IDR         | Días   |
| Replicas<br>210  | Soja2     | 0 ( 0 )    | 150    | Replicas         | Entr. Pueblo | 0.95 ( 2 )  | 210    |
|                  | Soja3     | 0 ( 0 )    | 150    |                  | Chamillar    | 0.47 ( 1 )  | 210    |
|                  | Soja ruta | 3.8 ( 8 )  | 150    |                  | Soja iz.99   | 6.19 ( 13 ) | 210    |
| Total            |           | N=8        |        | Total            |              | N=16        |        |

| Etapa            |       | Precosecha | Soja 2 | Etapa            |           | Poscosecha | Soja 2 |
|------------------|-------|------------|--------|------------------|-----------|------------|--------|
| <i>C. laucha</i> |       | IDR        | Días   | <i>C. laucha</i> |           | IDR        | Días   |
| Replicas         | Soja1 | 2.38 ( 5 ) | 110    | Replicas         | Soja Juan | 0 ( 0 )    | 240    |
|                  | Soja2 | 1.90 ( 4 ) | 110    |                  | Juan      | 0.95 ( 2 ) | 240    |
|                  | Soja3 | 0.47 ( 1 ) | 110    |                  | Soja 25   | 3.33 ( 7 ) | 180    |
| Total            |       | N=10       |        | Total            |           | N=9        |        |

Figura 5.4.1. a) Densidad relativa de *A. azarae* en las etapas precosecha y poscosecha; b) Densidad relativa de *C. laucha* en las etapas precosecha y poscosecha.

a)



b)

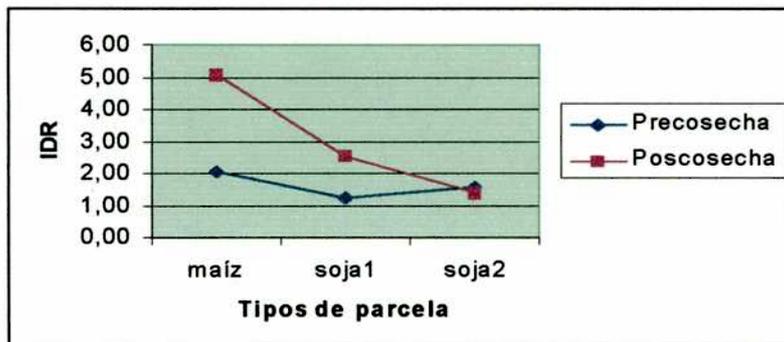
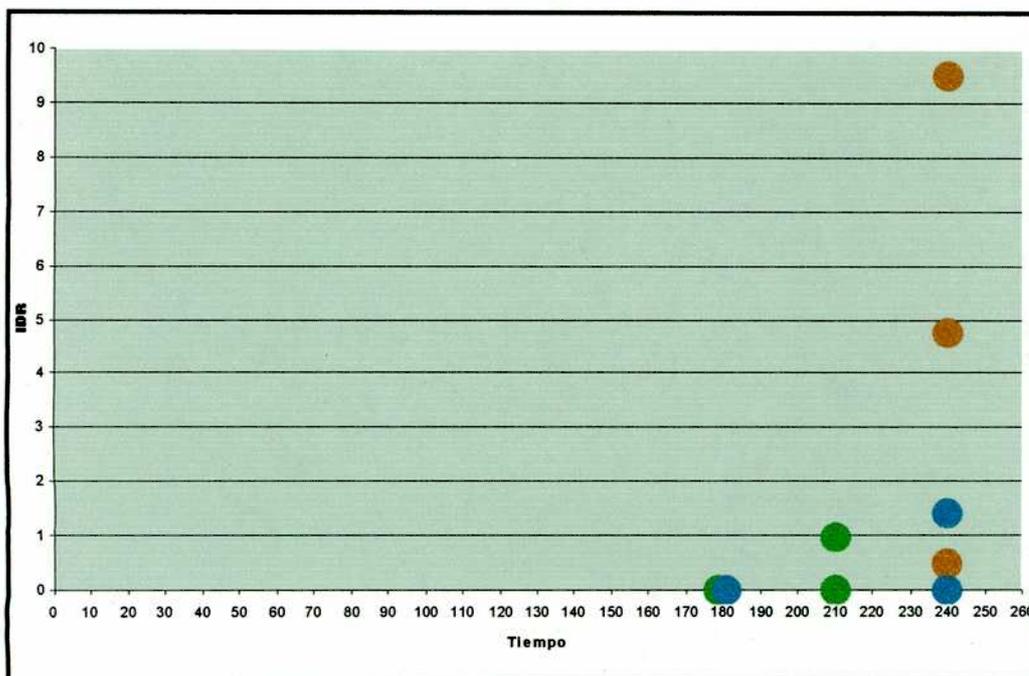


Figura 5.4.2. Abundancia relativa de *A. azarae* en función del tiempo transcurrido desde la siembra en la poscosecha. El tiempo se expresa en días.

● Maíz ; ● Soja de primera; ● soja de segunda .



## 5.B DISCUSIÓN

La abundancia total de roedores fue mayor en parcelas de maíz que de soja, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. La mayor abundancia en maíz coincide con lo observado por Busch et al. (1984) y Mills et al. (1991), sin embargo estos autores reportaron un éxito de captura tres veces mayor en maíz que en la soja.

Coincidiendo con resultados previos ( Busch et al. 1984; Mills et al. 1991) , *C. laucha* fue más abundante en las parcelas de maíz que en las de soja en ambos períodos. Estas diferencias de abundancia pueden ser atribuidas a diversas causas: una de ellas pudo ser la mayor disponibilidad de recursos en maíz, lo cuál se manifestaría en una mejor condición física de los individuos. Sin embargo, no detectamos diferencias en los índices de condición física para esta especie entre parcelas de maíz y soja. Otra causa pudo ser una duración diferencial de la estación reproductiva, pero tanto en parcelas de maíz como en soja la duración de la estación reproductiva fue de 8 meses: se inició en octubre y finalizó en mayo; incluso en octubre en campos arados para soja observamos individuos activos de *C. laucha* antes de la siembra. Otra posible causa pudo ser una mejor "sincronización" entre los ciclos poblacionales de *C. laucha* y de los cultivos de maíz (Kravetz et al.1981 a,b y Busch et al 1984). La época de siembra del maíz, entre septiembre y octubre, coincide con el comienzo de la estación reproductiva de los roedores. De ahí en adelante se produce un aumento de las densidades coincidente con el progresivo mejoramiento de las condiciones ambientales. En los campos de soja, que es implantada más tardíamente, estas condiciones aún no son favorables a principios del verano, lo cuál afecta negativamente a las camadas de enero y febrero, que son las de mayor valor reproductivo (Kravetz et al.1981 b) y conduce al mantenimiento de las bajas densidades hasta el momento de la

cosecha. Sin embargo, nuestros resultados no confirman un mayor incremento poblacional de *C. laucha* durante primavera-verano en maíz que en soja, sino que las diferencias se detectaron principalmente en la poscosecha (mayo). A diferencia de la soja en las parcelas de maíz se observó un aumento de la densidad posterior a la cosecha en el mes de mayo, posiblemente debido a que había transcurrido más tiempo desde la cosecha, permitiendo la recuperación de las poblaciones por reproducción.

*Akodon azarae* fue más abundante en maíz que en soja en el primer período aunque las diferencias no fueron significativas. Sin embargo en el mes de mayo esta especie fue significativamente más abundante en maíz que en soja, lo que podría atribuirse a una mayor disponibilidad de recursos en el rastrojo de maíz, ya que en este cultivo los individuos presentaban mejor condición física que en soja. La mayor abundancia en maíz coincidió también con que en mayo se observaron individuos reproductivamente activos; mientras que en la soja la reproducción finalizó antes de mayo, y no se observaron individuos viejos en este mes.

En el segundo período *A. azarae* fue significativamente más abundante en las parcelas de soja que en las de maíz; esto pudo deberse a que las densidades en octubre eran mayores en las parcelas de soja que en las de maíz, probablemente debido a la historia previa de las parcelas ya que 2 de las 3 parcelas de soja el año anterior habían sido cultivadas con maíz. Sin embargo la mayor abundancia también se debería a una mayor sobrevivencia de los individuos viejos y a que la reproducción se extendió hasta mayo en las parcelas de soja. Se observó mayor abundancia de *A. azarae* en la poscosecha en aquellas parcelas en las que transcurrió más tiempo desde la siembra, las cuales correspondieron a parcelas cultivadas con maíz y soja de segunda, aunque la asociación fue marginal. Debido a los calendarios de siembra de los cultivos, no pudimos diferenciar el efecto del tiempo

desde la siembra, del efecto del tipo de cultivo, ya que las tres réplicas de maíz fueron las que estuvieron más tiempo, coincidiendo en 240 días. Las sojas mostraron mayor variabilidad en los tiempos desde la siembra pero no observamos una tendencia clara a aumentar la abundancia según el tiempo transcurrido desde la siembra.

*O. flavescens* y *C. musculus* fueron las especies menos abundantes, cuando mostraron diferencias en la abundancia entre cultivos fueron más abundantes en maíz. *C. musculus* fue más abundante en los campos de maíz, mientras que *O. flavescens* fue más abundante tanto en bordes como en las parcelas totales de maíz. En el muestreo de mayo del primer período estuvieron ausentes en las parcelas de soja ambas especies, mientras que en el segundo período *C. musculus* estuvo ausente en las parcelas de soja, y *O. flavescens* estuvo presente en campos de soja pero en números muy bajos.

Este resultado es importante desde el punto de vista epidemiológico ya que *C. musculus* es el reservorio del virus Junín y *O. flavescens* es el reservorio del genotipo viral Andes Central Lechiguana, agente etiológico del Síndrome Pulmonar por Hantavirus.

De acuerdo a nuestros resultados, podríamos confirmar la recomendación realizada por Busch et al. (1984) de sembrar soja en aquellos lugares donde la Fiebre Hemorrágica Argentina (FHA) es endémica; ya que *C. musculus* fue más abundante en el hábitat de campo de las parcelas de maíz que en los de soja en el mes de mayo, momento en que ambos cultivos están en rastrojo, en el que hay alta abundancia de roedores, y época en que como planteo Mills et al. (1992 b) se presentan los picos de casos de FHA. Por otro lado, teniendo en cuenta la epidemiología del SPH, también se observó que *O. flavescens* es más abundante en las parcelas de maíz, confirmándose para esta zoonosis la recomendación de sembrar soja. Esta podría ser una de las causas de que en la localidad de Diego Gaynor

donde se desarrolló este trabajo, la cuál está en un 90 % sembrada con soja, no se detectaron casos de SPH en humanos. Sin embargo , teniendo en cuenta los números absolutos capturados, este resultado debería tomarse con precaución y corroborar lo observado en años o/y regiones donde estas especies sean más abundantes.

## **CONCLUSIONES FINALES**

## CONCLUSIONES

- Las comunidades de roedores estuvieron compuestas por las mismas especies de roedores en ambos tipos de parcela: *Akodon azarae*, *Calomys laucha*, *Calomys musculinus* y *Oligoryzomys flavescens*, aunque no estuvieron siempre presentes todas las especies en todos los meses de muestreo en los dos cultivos.
- *A. azarae* y *C. laucha* fueron las especies más abundantes, la primera fue más capturada en los bordes de campos de cultivo y la segunda en los cultivos, independientemente del tipo de cultivo.
- La diversidad fue mayor en las parcelas de maíz que en las de soja cuando los cultivos estaban maduros o luego de la cosecha.
- Las diferencias en diversidad se debieron tanto a cambios en la riqueza (generalmente por ausencia de *C. musculinus* u *O. flavescens*) como a cambios en la equitatividad (por una mayor similitud en las densidades entre *C. laucha* y *A. azarae*).
- Las diferencias en abundancia entre las parcelas de maíz y soja, así como para los hábitats de campo y borde, variaron según el período y el momento de muestreo.
- La abundancia total de roedores fue mayor en las parcelas de maíz que de soja, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas.
- *C. laucha* fue la especie que mostró mayores diferencias entre tipos de cultivo, ya que fue más abundante en las parcelas (incluyendo campos y bordes) en el 1ero y segundo período y en los campos de maíz respecto a los de soja en el primer período, mientras que en el segundo fue significativamente más

abundante en los bordes de maíz que en los de soja. El mayor uso del hábitat de campo por *C. laucha* respecto a las otras especies de roedores podría ser la causa de que esta especie sea la que muestra mayores variaciones de acuerdo al tipo de cultivo, ya que sufre en mayor grado los efectos de las labores, que difieren entre parcelas de maíz y soja.

- *A. azarae* fue más abundante en las parcelas de soja que las de maíz en el segundo período, pero en la poscosecha (mayo) del primer período fue más abundante en las parcelas de maíz.
- Una respuesta diferencial de *A. azarae* y *C. laucha* frente a los tipos de cultivo es consistente con las diferencias que muestran en la selección de macro y microhábitat observadas en trabajos previos.
- *C. musculus* fue más abundante en los campos de maíz (considerando todos los muestreos juntos) y en el mes de mayo (posterior a la cosecha) en el primer período, pero no mostró diferencias significativas en el segundo.
- *O. flavescens* fue más abundante en los bordes de maíz que de soja en ambos períodos, pero las diferencias fueron significativas sólo en el primer período.
- La mayor abundancia de *A. azarae* en la soja respecto a maíz en el segundo período puede atribuirse a distintos factores, en primer lugar a una mayor densidad en primavera, a una mayor duración de la estación reproductiva (que se extendió hasta mayo, mientras que en la soja se interrumpió antes) y a una mayor supervivencia de adultos viejos luego de la cosecha.

- Las parcelas de maíz y soja mostraron las mayores diferencias luego de la cosecha, probablemente porque los rastrojos de maíz habían permanecido mayor tiempo sin disturbios luego de la cosecha que los de soja, permitiendo la recuperación de las poblaciones, ya que la cosecha de maíz se produce cuando aún hay reproducción.

## RECOMENDACIONES

La comparación de la comunidad de roedores sigmodontinos que habitan las parcelas de soja y maíz a lo largo del ciclo de los cultivos nos permite luego de este estudio contar con información para proponer algunas recomendaciones:

En primer lugar podríamos confirmar la recomendación realizada por Busch et al. (1984) de sembrar soja en aquellos lugares donde la Fiebre Hemorrágica Argentina (FHA) es endémica; ya que de acuerdo a nuestros resultados *C. musculus* es más abundante en el hábitat de campo de las parcelas de maíz que en los campos de soja en el mes de mayo, momento en que ambos cultivos están en rastrojo, momento que coincide con una alta abundancia de roedores, y con los picos de casos de FHA.

Dado que nuestros resultados detectaron que *O. flavescens* es también más abundante en parcelas de maíz, y teniendo en cuenta la epidemiología del SPH recomendamos la siembra de soja en aquellos sitios donde se han detectado casos de SPH. Sin embargo, dado el bajo número de capturas de estas especies obtenidas en nuestro estudio, estos resultados deberían corroborarse para áreas o años con mayores densidades.

## PROPUESTAS PARA TRABAJOS FUTUROS

Desde la ecología de poblaciones nos podríamos plantear la siguiente pregunta:

¿Podemos evaluar el efecto del tiempo desde la siembra y el tipo de parcela de cultivo simultáneamente en la abundancia de *A. azarae* y *C. laucha* ?.

Para contestar a esta pregunta tendríamos que diseñar una experiencia en la cuál se puedan distanciar en el tiempo la siembra de un mismo tipo de cultivo. La manera de lograr esto a campo es acordar con un productor que pudiera sembrar en parcelas exclusivamente controladas para esta experiencia, dado que en los agroecosistemas las fechas de siembra están totalmente asociadas al tipo de parcela de cultivo. Las parcelas de maíz se siembran en Octubre, las de soja de 1era en Noviembre y las de soja de segunda en Diciembre-Enero; con muy pocos días de diferencias dentro de cada uno de estos meses. La variable: tiempo desde la siembra de un mismo cultivo, debe ser controlada por el investigador dado que la está supeditado a variables ambientales, fundamentalmente las lluvias.

Otra posible pregunta sería ¿ Qué ocurre con la comunidad de roedores sigmodontinos en campos con distinta historia de trabajo ?. En este trabajo como en los anteriores se tuvo sólo en cuenta el cultivo actual de la parcela. Sin embargo, de acuerdo a nuestros resultados es probable que la historia previa influya sobre las comunidades de roedores.

Desde la ecología de parásitos nos podemos plantear las siguientes preguntas:

Si existieran diferencias en la condición física de los hospedadores por un uso diferencial del hábitat, ¿los hospedadores de mejor condición física tendrían una menor carga parasitaria?

¿Existen diferencias en la estructura comunitaria de endoparásitos de una misma especie hospedadora entre parcelas de soja y maíz? ;

¿Una misma especie hospedadora presente en el hábitat de campo de diferentes parcelas, presenta la misma estructura de la comunidad de parásitos? y en el hábitat de borde?;

Para contestar a estas preguntas deberíamos estudiar los endoparásitos de roedores sigmodontinos presentes en parcelas de soja y maíz, analizando las diferencias cualitativas entre las comunidades componentes de endoparásitos.



## **BIBLIOGRAFÍA**

- Altieri, M.A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 19 - 31.
- AAPRESID. 1999. Asociación Argentina de Siembra Directa . Boletín informativo .  
www.aapresid.com.ar
- August P.V. 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. *Ecology*: 64 (6), p.p; 1495- 1507.
- Ballaré, C. L.; A. L. Scapel; C. M. Gherza & R. A. Sanchez. 1987. The demography of *Datura ferox* L. in soybean crops. *Weed Research* 27: 91-102.
- Barrett, G. W., and J.D. Peles, editors. 1999. ecology of small mammals at the landscape levels: experimental approaches. Springer-Verlag. New York. USA.
- Batzli, G. O. ; F. A. Pitelka 1971. Condition and diet of cycling populations of the California voles. *Microtus californicus*, *Journal of Mammalogy* 52: 141-163.
- Batzli, G. O.; Esseks, E. 1992a. Body fats as an indicator of nutritional condition for the brown lemming. *Journal of Mammalogy*, 73: 431-439.
- Batzli, G. O., 1992b . Dynamics of small mammals populations: a review. Pp 831-850. En: *Wildlife 2001: populations* (DR McCullough y R H Barret , eds , Elsevier Applied Science, New York
- Batzli, G. O., S. J. Harper, Y. K. Lin, and E.. A. Desy. 1999. Experimental analysis of population dynamics: scaling up to the landscape. Pages 107-127 IN G. W. Barrett and J. D. Peles, editors.  
*Ecology of small mammals at the landscape level: experimental approaches.*  
Springer-Verlag, New York, USA.
- Begon, M; Mortimer M y Thompson D.J. 1996. *Population ecology: a unified study of animals and plants.* 3era ed; Blackwell Science, Oxford.
- Begon, M; J. L. Harper and C.R. Townsend. 1987. *Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades.* Omega 885pág.
- Bellocq M. I. 1988. Predicación de roedores por aves en ecosistemas agrarios. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; Universidad de Buenos Aires. Argentina
- Bellocq, M. I., Kravetz, F. O. 1990. Practical and theoretical Implications of Perch Use for Avian Predators on Rodent Population. *Ecosur* 16: 61-67.

- Bilenca, D. N., Kravetz, F. O., Zuleta, G. A., 1992. Food habitats of *Akodon azarae* and *Calomys laucha* (Cricetidae: Rodentia) in Agroecosystems of Central Argentina. *Mammalia* 56 (3): 371-383.
  
- Bilenca, D. N., Kravetz, F. O., 1995. Daños a maíz por roedores en la región pampeana (Argentina) y un plan para su control. *Vida silvestre Neotropical* 4(1): 51-57.
  
- Bilenca, D. N., Kravetz, F. O., 1998 Seasonal variations in microhabitat use and feeding habits of the pampas mouse *Akodon azarae* in agroecosystems of central Argentina. *Acta Theriologica* 43 (2): 195-203.
  
- Bonaventura, S. M., F. O. Kravetz and O. Suarez, 1992. The relationship between food availability, space use and territoriality in *Akodon azarae* (Rodentia, Cricetidae). *Mammalia* 56:407-416.
  
- Bonaventura S. M y Cagnoni M.C. 1995. *Anales de la sociedad de Estudios Geográficos (GAEA)*, Vol. 1. Buenos Aires.
  
- Bonaventura, S. M y F. O. Kravetz. 1984. Relación roedor - vegetación: estudio preliminar. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales; Zoología*, 13: 445-451.
  
- Bowers M.A and Dooley J.L, Jr. 1991. Landscape composition and the intensity and outcome of two-species competition. *Oikos* 60: 180- 186.
  
- Bowers, M., 1994. Dynamics of age-and habitat-structured populations. *Oikos* 69:327-333.
  
- Brady M.J. and Slade N. 2001. Diversity of grassland rodent community at varying temporal scale: the role of ecologically dominant species. *Journal of Mammalogy*, 82 (4): 974-983.
  
- Brady M.J and Slade Norman. 2001. Diversity of a grass land rodent community at varying temporal scales: the role of ecologically dominant species. *Journal of Mammalogy* ; 82 (4): 974- 983.
  
- Brown 1975. Geographical ecology of desert rodents. En: *Ecology and evolution of communities*. M. L. Cody and J.M. Diamond eds. Cap. 13: 315-341.
  
- Brown, R. Z. 1960. Biological factors in domestic rodent control. *Training Guide. Rodent Control Series*. CDC, Public Health Service. USDHEW, Atlanta, Georgia. 32 pp.
  
- Busch, M., F. O. Kravetz., Percich, R. E., Zuleta, G. A., 1984. Propuesta para un control ecológico de la fiebre hemorrágica Argentina a través del manejo de hábitat. *Medicina (Buenos Aires)* 44: 30-40
  
- Busch, M. 1987. Competencia interespecífica en roedores silvestres. Tesis Doctoral. Facultad de Cs Exactas y Naturales. (UBA). 126 pp.

- Busch, M. y F. O. Kravetz . 1990. Efecto de la remoción de *Akodon azarae* sobre comunidades de roedores de borde de campos de cultivo en Agroecosistemas Pampeanos. SAREM, ASM, Buenos Aires.
- Busch, M. y F. O. Kravetz . 1992a. Competitive interactions among rodents (*Akodon azarae*, *Calomys laucha*, *Calomys musculinus* and *Oligoryzomys flavescens*) in a two habitat system. I. Spatial and numerical relationships. *Mammalia*, 56 : 45-46.
- Busch, M. y F.O. Kravetz . 1992b. Competitive interactions among rodents ( *Akodon azarae*, *Calomys laucha*, *Calomys musculinus* and *Oligoryzomys flavescens* ) in a two habitat system. II. Effect of species removal. *Mammalia*, 56 : 541-544.
- Busch, M., M.R. Alvarez, E. A. Cittadino and F. O. Kravetz. 1997. Habitat selection and interspecific competition in rodents in pampean agroecosystems. *Mammalia*, 61: 167-184.
- Busch, M., M. 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.Miño., J.R. Dadon and K, Hodara. 2001. Habitat selection by *Akodon azarae* and *Calomys laucha* (Rodentia: Muridae) in pampean agroecosystem: *Mammalia*, 65: 29-48.
- Cabrera, A. 1953. Esquema Fitogeográfico de la República Argentina. *Rev. Mus. La Plata*, Bot 8: 87- 168.
- Calderon G ; Pini N; Bolpe;J; Levis, S; Mills J; Segura E; Guthmann N; Cantoni,G; Becker J; Fonnollat,A; Ripoll, C; Bortman M; Benedetti,R; Sabattini M, Enria D. 1999. Hantavirus reservoir host associated with peridomestic habitats in Argentina. *Emerging Infectious Diseases*. Vol 5, N6,
- Cittadino, E.A., Hodara,K. and F. O. Kravetz. 1997. Dispersión invernal de *Oligoryzomys flavescens* ( Rodentia Muridae) en bordes de campos de cultivos de agroecosistemas pampeanos. *Ecología Austral* 7:13-19.
- Cittadino, E.A., P. de Carli, M. Busch and F. O. Kravetz. 1994. Effects of food supplementation on rodents in winter. *Journal. of Mammalogy*, 75 : 446- 453.
- Cody, M. L. 1975. Towards a Theory of continental Species Diversities: Bird Distributions over Mediterranean Habitat gradients (cap 10) En: Cody, M.L. y J. M. Diamond ( Eds) *Ecology and evolution of communities*. Harvard Univ., New York, 545 Pp.
- Courtalon, P; Dolcemáscolo, A; Troyano ,V; Alvarez , M and Busch, M. 2003. Inter and intraspecific social relationships in *Akodon azarae* and *Calomys laucha* (Rodentia: Sigmodontinae) in pampean agroecosystem. *Mastozoología Neotropical* 10 (1).

- Crespo J. A. 1996. Ecología de una comunidad de ratones silvestres en el partido de Rojas, Provincia de Bs As. Rev. Museo Argentino de Ciencias Naturales “ Bernardino Rivadavia”; Ecología, 1: 79 – 134.
- Crespo, J. A. 1944. Relación entre estados climáticos y la ecología de algunos roedores de campo (cricetidae). Rev. Mus. Arg. de Zoogeografía, IV (3): 137-144.
- Cueto, G.R., D.N. Bilenca and F. O. Kravetz. 1995. Interspecific social relationship in three murid rodent species of central Argentina, after fasting and unlimited food. Behaviour, 132 (5-6 )
- Daniels, Wayne W. 1978. Applied Nonparametric statistics. Houghton Mifflin Company. Boston
- de Villafañe, G., F. O. Kravetz., M. J. Piantanida y J. A. Crespo. 1973. Dominancia, densidad e invasión en una comunidad de roedores de la localidad de Pergamino (Provincia de Buenos Aire ). PHYSYS, 32: 47-59.
- de Villafañe G; Kravetz F. O; Donadio O; Percich R.E; Torres M.P y Fernandez N. 1977. Dinámica de las comunidades de roedores en agro-ecosistemas pampasicos. Medicina (Buenos Aires) 37: Supl. 3, 128 – 140.
- de Villafañe G; Bonaventura S.M; Bellocq M.I and Percich R.E. 1988 Habitat selection, social structure, density and predation in populations of Cricetine rodents in the pampa region of Argentina and the effects of agricultural practices on them. Mammalia; 52, nº 3.
- Desy, E. A., and G. O. Batzli. 1989. Effects of food availability and predation on prairie vole demography : a field experiment. Ecology 70: 411-421.
- Dueser R. D and Brown W.C. 1980. Ecology correlates of insular rodent diversity. Ecology 61: 50 – 56.
- Dueser R. D; Shugart H; Jr. 1978. Microhabitats in a forest floor small mammal fauna. Ecology 59: 89 98.
- Dunning J.B; Danielson B.J; Pulliam H.R. 1992. Ecological processes that affect populations in complex landscapes. Oikos 65: 1.
- Edge,W.D.; Wolff, J.O. and Carey, R.L. Density-dependent responses of gray-tailed voles to mowing. 1995. Journal. Wildlife and Management . 59 (2). 245-251 Pp.
- Erb J, M.S. Boyce and N.C. Stenseth . 2001. Population dynamics of large and small mammals. Oikos 92: 3-12.
- Ellis, B.A. Mills, J. N Childs, J. E. Muzzini, M. C. McKenn, K. T. Enria, D. A. Glass, G.E. 1997. Structure and floristic habitats associated with five rodent species in an agroecosystem in central Argentina. J. Zoo., Lond. 243,437-460.

- Ellis, B.A. Mills, J. N Glass, G.E. McKenn, K. T. Enria, D. A. Childs, J.E. 1998. Dietary habits of the common rodents in an Agroecosystem in Argentina. *Journal Of Mammalogy*, 79(4): 1203-1220.
- Forman, R. T. and M. Godron. 1986. *Landscape ecology*. John Wiley & Sons. 619 Pp.
- Freemark, K., 1995. Assessing effects of agriculture on terrestrial wildlife: developing a hierarchical approach for the US EPA. *Landscape and Urban Planning* 31. 99-115.
- Frenguelli, J. 1925. *Loess and limos pampeanos*. Anales de la Sociedad de estudios Geográficos (GAEA), Vol.1, Buenos Aires.
- Fretwell, S. D. and H. L. Jr. Lucas. 1970. On territorial behaviour and other factors influencing habitat distribution in birds. I. Theoretical development. *Acta Biotheor.*, 19: 16-36.
- Ghera C. M. and Martinez, Guerza M. A. 1991. Cambios ecológicos en los agroecosistemas de la Pampa ondulada. Efectos de la introducción de la soja. *Ciencia e investigación*, 5: 182-188.
- Glass, G. E; Johnson, J.S; Hodenbach, G. A; Disalvo, C. L; I; Peter C. J; Childs J,E; Mills, J,N. 1997 Experimental evaluation of rodent exclusion methods to reduce hantavirus transmission to humans in rural housing. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 56(4),pp 359-364.
- Haafner 1977. Density and diversity in Mojave desert rodent and shrub communities. *J. Animal. Ecol.*, 46: 925- 938.
- Hall A.J., Rebella C.M., Ghera C. M. and Culot J.P. 1992. Field crops systems of the Pampas. In *Field crop ecosystems*, edited by C.J. Pearsons. *Ecosystems of the World series*. Elsevier, Amsterdam.
- Hall A.J; Rebella C.M; Ghera C.M; Culot J.P. 1989. *Field crop systems of Pampas*. Pearson C.J (ed).
- Heikura, K. 1997. Effects of climatic factors of the field vole *Microtus agrestis*. *Oikos* 29:607-615
- Hodara, K. 1997 a. Preferencias de hábitat y densodependencia en dos especies de roedores (*Akodon azarae* y *Calomys laucha*) de Agroecosistemas pampeanos. 154 pág. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; Universidad de Buenos Aires. Argentina .
- Hodara, K., O. V. Suárez and F. O. Kravetz. 1997 b. Nesting and digging behaviour in two rodent species (*Akodon azarae* and *Calomys laucha*) under laboratory and field conditions. *Zeitschrift fur Saugetierkund* : 62: 23-29 .

- Hodara, K., Busch M., Kittlein, M., and F. O. Kravetz. 2000. Density-dependent habitat selection between maize cropfields and their borders in two rodents species (*Akodon azarae* and *Calomys laucha*) of pampean agroecosystem. *Evolutionary Ecology* 14: 371-393.
- Iriarte J.A; Contreras L.C and Jaksic F.M. 1989. A long – Term study of a small – mammal assemblage in the central Chilean matorral. *Journal of Mammalogy* ; 70 (1): 79-87.
- Jacob J. 2003. Short Term effects of farming practices on populations of common voles. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95; 321- 325.
- Jaksic F.A. 2001. *Ecología de Comunidades*. Facultad de Ciencias biológicas. Ediciones de la Universidad Católica de Chile 233 páginas.
- Kelt Douglas A and Brown J.H. 1996. Community structure of desert small mammals: comparisons across four continents. *Ecology*, 77 (3), p.p. 746 -761.
- Kravetz , F. O. 1978. *Ecología de las comunidades de roedores involucradas en la Fiebre Hemorrágica Argentina*. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. Inédito.
- Kravetz, F. O. y G. De Villafañe. 1981a. Poblaciones de roedores en cultivos de maíz durante las etapas de madurez y rastrojo. *Hist. Natural (Argentina)*, 1 (31): 213-232 .
- Kravetz, F. O., Manjón, M. C., Busch, M., Percich, R. E., Marconi, P., Torres, M. P. 1981b. *Ecología de Calomys laucha* (Rodentia, Cricetidae) en el departamento de Río Cuarto (Cordoba). I. Dinámica de la Población. *Ecología Argentina* 6: 15-22.
- Kravetz, F. O., Polop, J. 1983. Comunidades de roedores en agroecosistemas en Departamento de Río Cuarto , Córdoba. *Ecosur* V :10 n. 19-20. Pág 1-18.
- Kravetz , F. O. 1986. Distribution of Junin virus and its reservoirs. A tool for Argentine Hemorrhagic fever risk. Evaluation in non-endemic areas. *Interciencia*. Vol. 11. N°4.
- Kravetz, F. O., M. Busch, S. M. Bonaventura, M. I. Belloq y A. Monjeau. 1987. Efectos de la adición de un anticoagulante sobre la comunidad de roedores de un campo de cultivo. *Anales, Museo de Historia natural, Valparaiso*, 18: 153-156.
- Kravetz, F. O., 1991. *Biología y Control de roedores plagas en Argentina*. En : *Biología y control de roedores en América latina*. Informe de países. Oficina regional de la FAO. 47 pp.
- Krebs, C. J., 1966. Demographic changes in fluctuating populations of *Microtus californicus*. *Ecological Monographs*. Vol 36, N, 3.
- Krebs, C. J., 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Publisher, Inc., New York.

- Krebs, C. J; S. Boutin, R. Boonstra, A. R. E. Sinclair, J. N. M. Smith, M. R. T. Dale, K. Martin. And R. Turkinston. 1995. Impact of food and predation on snowshoe hare cycles. *Science* 269: 1112-1115.
- Krohne, D. T. 1997. dynamics Of metapopulation of small mammals. *Journal Of Mammalogy* 78: 1014-1026.
- Lattanzi A. 1993. Producción de trigo - soja en la región pampeana húmeda de Argentina cereal. *Breeding and production Symposium*. Marcos Juárez, Argentina: 161 páginas.
- Lidicker W.Z; Jr. 2000. A food web/landscape interaction model for microtine rodent density cycles. *Oikos* 91: 435- 445.
- Lidicker W. Z; Jr, 1975. The rol of dispersal in the demography of small mammal populations. In *small mammal: their production and population dynamics*. (Eds. F.B. Golley, K; Petruscwiez and L. Ryszkowski). Cambrige University Press, London, p.p. 451
- Lin .Y.K and G.O. Batzli (2001). The influence of habitat quality on dispersal, demography, and population dynamics of voles. *Ecological Monographs* 71: 245-275.
- Lopéz, N., Padula, P, Rossi, C., Lázaro, ME & Franze-Fernandez, M. T.1997
- Lopéz, N., Padula, P, Rossi, C., Edelstein, A., Ramirez, E., Franze-Fernandez, M. T. 1997. Genetic Identification and phylogeny of Andes virus and variant from Argentine and Chile. *Virus Res* 50,77-84.
- Lord, R. D. 1959. The lens as an indicator of age in cottontail rabbits. *J. Wild Mgmt.* 23 (3): 358- 360.
- Mac Arthur R.H; Mac Arthur J. W and Preer J.(1962).On bird species diversity II. Prediction of bird censuses from habitat measurements. *American Naturalist*, 96: 167 – 174.
- Mares M.A. Ernest K.A., 1995. Population and community ecology of small mammals in a Gallery forest of Central Bazil. *Journal of Mammalogy*, 76(3): 750-768.
- Massoia, E., 1984. La importancia Agropecuaria de los roedores en Argentina. *INTA. ACINTACNIA* 1 (17): 17-31.
- Mills J. N ; Ellis B.; Mecker K. T; Maiztegui J. I and Childs J.E. 1991. Habitat associations and relative densities of rodent populations in cultivate areas of central Argentina. *Journal of Mammalogy* ; 72 (3): 470- 479.
- Mills J. N; B.A. ,Ellis; K. T. Mckee; J. I Maiztegui and Childs J. E. 1992a. reproductive characteristics of rodent assemblages in cultivate areas of central Argentina. *Journal of Mammalogy* ; 73: 515-526.

- Mills J. N; B.A. ,Ellis; K. T. Mckee; E.G. Calderon; J. I. Maiztegui and Childs J. E. 1992b. A longitudinal study of Junin Virus activity in the rodent reservoir of Argentine Hemorrhagic Fever. *American Journal of Tropical medicine and Hygiene*. 47 (6), pp 749-763.
- Mills, J.N.; Yates, T. L.; Childs, J. E.; Parmenter, R.R.; Ksiazek, T. G.; Rollin, P.E. and Peters, C.J. 1995a. Guidelines for working with rodents potentially infected with hantavirus. *Journal of Mammalogy*, 3:716-722.
- Mills, J.N.; Childs, J.E.; Ksiazek, T.G. and Peters, C. J. 1995b. Methods for Trapping and Sampling Small Mammals for Virologist Testing. U.S. Department of Health & Human Services. Public Health Service. Centers for Disease Control and Prevention. Atlanta, Georgia 30333.
- Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación Secretaria de Salud. Administración Nacional de Laboratorios e institutos de Salud (ANLIS).” Dr. Carlos G. Malbran “. Manual de procedimientos para la atención y control de la transmisión de Hantavirus que produce el síndrome pulmonar. 1997 . 38pp.
- Morello, J., Solbrig, O. 1991. Argentina granero del mundo ¿Hasta cuando?. Centro de estudios avanzados de la UBA.200pp.
- Morris, R. D. and Grant, P. R. 1972. Experimental studies of competitive interaction in a two species
- Murie, J. O. y D. A. Boag 1984. The relationship of woody weight to over winter survival in Columbian ground squirrels. *Journal of Mammalogy* 65: 688-690.
- Murphy, F. A. & Nathanson, N., 1994, New and Emerging Virus Diseases, *Seminars in Virology*, 5,2.
- Nelson,J.,AgrellJ.,Erlinger,S.,Sandell,M.,1991. Reproduction of different female age categories and dynamics in a non-cyclic field vole, *Microtus agrestis*, population. *Oikos*. 61:73\_78.
- Nichols,J.,Sauer,J.,1992.Estimatingtransition probabilities for stage-based population projection matrices using capture-recapture data.*Ecology*,Vol73,N,1.
- Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4: 355-364.
- Ojeda R. 1989. Small mammal responses to fire in the Monte desert, Argentina. *Journal of Mammalogy*; 70 (2): 416- 420.
- Ouin, A; Paillat, G.; Butet, A. ; Burel, F. 2000. Spatial dynamics of wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) in an agricultural landscape under intensive use in the Mont Saint Michael Bay (France). 78. 159-165.

- Parsons A. y Barreda E. 1997. Modelos de producción zonales en : Soja. Tecnicrea N° 41: 111 –115.
- Pascal, M., 1988. Bilans des recherches menées par le groupe inter-organismes ACTA-INRE-SPV sur la biologie d'*Arvicols terrestris* Scherman en France (1979- 1987). Bulletin OEPP/EPPO. B: 18: 381 - 392.
- Peles , J. D., and G. W. Barret: 1996. Effects of vegetative cover on the population dynamics of meadow voles. *Journal of Mammalogy* 77: 857-869.
- Perrin, M.R. 1979. Seasonal variation in the growth, body composition, and diet of *Cletherionomys gapperi* in spruce forest. *Acta Theriologica*, 24: 299-318.
- Polop, J.J. and M.S. Sabattini.1993. Rodent abundance and distribution in habitats of agrocenosis in Argentina. *Studies and Neotropical Fauna and Environment*, 1: 39-46.
- Price 1986. M.V.1986. Structure of desert rodent communities: a critical review of questions and approaches, *Amer. Zool.*, 26: 39-49.
- Putman R. 1994. *Community ecology*. Chapman and Hall, London.178Pp
- Quintanilla, R. H., Rizzo, H. F., Fraga, C. P., 1973. Roedores perjudiciales para el agro en la República Argentina. EUDEBA: 23-27.
- Redford K. H. and J .F. Eisenberg, 1984. *Mammals of the Neotropics. The Southern Cone. Vol.2.* The University of Chicago Press. Chicago and London.
- Rosenzweig, M. L and J. Winakur 1969. Population ecology of desert rodent communities: habitat and environmental complexity. *Ecology* 50: 558-572.
- Reig, O. A. 1975. Consideraciones sobre los aspectos sistemáticos, ecológicos y genético poblacionales del estudio de los roedores vinculados con la Fiebre Hemorrágica Argentina. III Jornadas Argentina de Microbiología, pp. 363-386.
- Reig, O. A. 1984. Distribucão geografica e historia evolutiva dos roedores muroideos sudamericanos (Cricetidae. Sigmodontinae). *Revista Brasileira de Genetica*, 7 (2): 333-365.
- Sabatini , M. S. and M. S. Contigiani. 1982. Ecological factors influencing the maintenance of arenaviruses in nature with special reference to the agents of Argentinean Hemorrhagic Fever. *International Symposium on Tropical Arenaviruses and Hemorrhagic Fevers*. Edited By F.P. de Pinheiro. Rio de Janeiro: Academis Brasileira de Ciencias: 251-262.
- Sabatini , M. S., L. E. Gonzalez de Ríos, G.días \$ V. R. Vega. 1977. Infección natural y experimental de roedores con virus Junin. ( Buenos Aires),37 (supl.3): 149-161

- Shanker, K., Sukumar, R., 1998. Community structure and demography of small-mammal populations in insular mountain forest in southern India. *Oecologia*. 116: 243-251.
- Siegel S y Castellan N. J. 1998. *No Paramétrica*. Editorial Trillos. Buenos Aires: 437 p.p.
- Smith, M. F. and J.L. Patton. 1999. Phylogenetic relationships and the radiation of Sigmodontinae rodents in South America: Evidence from cytochrome b. *Journal of Mammalian Evolution*, 6(2): 89-128.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf. 1981. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. W. H. Freedman and Co. N. Y. 859 pp.
- Solbrig, O. T 1999. Biodiversidad, desarrollo económico y sustentabilidad en la Pampa Argentina. (cap.7) En: Mateucci, S :D. ;O. T. Solbrig; J Morello y Halffater G. (Eds). *Biodiversidad y uso de la Tierra. Conceptos y ejemplos de Latinoamérica*. Eudeba, Buenos Aires: 580 páginas.
- Soriano A y M R Aguiar 1998. Estructura y funcionamiento de los agroecosistemas. *Ciencia e Investigación* 50: 63-73.
- Stepan, S. J. 1993. Phylogenetic relationships among the Phyllotini (Rodentia: Sigmodontinae) using morphological characters. *Journal of Mammalian Evolution*, 1: 187-213.
- Suarez, O. V; G. Cueto; R. Cavia; I, Gomez Villafañe; D. Bilenca; A. Edelstein; P. Martinez; S Miguel; C. Bellomo; K. Hodara; P. Padula y M. Busch. 2003. Prevalence of infection with Hantavirus in rodent population of central Argentina. *Memorias do Inst, Oswaldo Cruz*.
- Suarez, O. V. 1996. Estrategia reproductiva y cuidado parental en *Akodon Azarae* (Rodentia, Muridae) 215 p. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Tew, T. E., and Macdonald, D. W., 1993. The effects of harvest on arable wood mice *Apodemus sylvaticus* . *Biological Conservation* 65, 279-283.
- White, P. S., and S. T. A. Pickett. 1985 Natural disturbance and patch dynamics, an introduction. Pp. 3-13 in S. T. A. Pickett and P. S. White, editors. *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press. New York, New York, USA.
- White, P. S and Harrod J. 1997. Disturbance and diversity in a Landscape context. In *Wildlife and Landscape Ecology. Effects and Pattern and Scale*. Editor Bissonette, J. A. Springer. 410 Pp.
- Wittenberger, J. F. 1981. *Animal social behaviour*. Ed. Wadsworth, Inc, Belmont, California 94002. Duxburg Press- Boston.

- Wilcove D S; Mclellan CH and Dobson A. 1986. Habitat Fragmentation in the temperate zone. In Conservation Biology . the Science of Scarcity and Diversity. Edited by Michael E. Soule . Sinauer Associates Inc Publishers. .

-Weissenbacher M C, Cura E, Segura EL, Hortal M, Baek LJ, Chu YD, Lee HW. Serological evidence of human Hantavirus infection in Argentina, Bolivia and Uruguay, Medicina ( Buenos Aires )1996; 56:17-22.

-Weissenbacher M C; Merani M S; Hodara V L. 1990. Hantavirus infections in Laboratory and wild rodents in Argentina. Medicina. ( Buenos Aires)

-Zar J. H.1996. Biostatistical Analysis. Prentice Hall.660 pp.

-Zuleta, G. A. 1989. Estrategias de historias de vida en el ratón del pastizal pampeano *Akodon azarae*. Tesis Doctoral, Facultad de Cs. Exactas y Naturales ( UBA ). Inédita.

-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 la Argentina. Rev. Chilena de Historia Natural, 61 : 231 - 244.

**ANEXO 1**

**NORMAS DE BIOSEGURIDAD PARA TRABAJAR CON ROEDORES  
SILVESTRES**

## **Bioseguridad en el trabajo de campo con roedores silvestres. Protocolo y recomendaciones.**

La manipulación de roedores silvestres implica una etapa de trabajo en el campo y otra en el laboratorio. En esta parte del trabajo describiremos las principales medidas de bioseguridad que debemos tomar en cuenta en ambos hábitats de trabajo.

El término bioseguridad comprende al conjunto de métodos tendientes a minimizar el riesgo asociado al manejo de los microorganismos, mediante la protección de operadores, personas del entorno, animales y el medio ambiente. Involucra técnicas de laboratorio, equipos de seguridad y diseño de instalaciones.

El personal que realiza capturas y procesamiento de animales silvestres está expuesto a adquirir muchas infecciones zoonóticas. Para reducir al mínimo los riesgos de contagio debe conocer el peligro asociado a dichas actividades y las vías de infección. Cada patógeno tiene su vía particular de infección por lo que el espectro es muy amplio. Debe evitarse el contacto directo, contacto con heces y picaduras de ectoparásitos y extremar las protecciones contra mordeduras, pero también debe evitarse la inhalación de aerosoles en ambientes cerrados o generados durante el procesamiento.

Antes de iniciarse en la actividad deberá tomarse una muestra de sangre de todo el personal involucrado que se conservará a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Ante cualquier síntoma de enfermedad dentro de un plazo de 45 días luego de cualquier exposición deberá realizarse una consulta al médico e informarle de las actividades realizadas.

### **PROCEDIMIENTOS EN EL MANEJO DE ROEDORES SILVESTRES**

- Tomado de Mills, J.N 1995 y modificado para su implementación en la Argentina en el marco del Curso Taller: Procedimientos en el manejo de roedores silvestres: Bioseguridad, captura, clasificación, conservación de especímenes, aplicaciones en zoonosis y ecología. 1999. Taller a cargo de Instituto C. G. Malbrán - ANLIS.

#### **Equipo individual**

- Mameluco de TYVEK.
- Botas de goma.
- Guantes (latex, goma, neoprene)
- Máscara con filtros de alta eficiencia HEPA o máscaras de presión positiva.
- Antiparras en caso de usar media máscara.
- Rociador.

- Lavandina - Desinfectante común - Sales cuaternarias.

#### Materiales de captura

- Trampas.
- Cebo.
- Algodón.
- Guantes de goma gruesa.
- Bolsas para recolectar trampas.
- Rociador.

#### Materiales para el procesamiento

##### Laboratorio en el campo (Figura 2.2)

- Mesa y sillas plegables.
- Recipiente de mesa para el desinfectante.
- Bolsa para descarte de residuos patogénicos.
- Papel absorbente.
- Algodón.
- Recipiente de boca ancha con tapa para anestesiar los animales capturados.
- Anestésico.
- Rociador con desinfectante.
- Balanza.
- Regla.
- Planilla para registro de datos.
- Lápiz.
- Elementos para realizar sangrados.
- Elementos para realizar necropsias.
- Recipiente para descartar material punzante.

#### Protocolo

Si bien para cada grupo de trabajo es necesario elaborar el protocolo que más se adecue al funcionamiento del mismo, nosotros haremos una breve reseña de nuestro procedimiento, teniendo en cuenta como ejemplo medios de protección para Hantavirus.

#### Muestreo

##### a) Colocación de trampas:

Indumentaria: Guantes de goma gruesa, torso y brazos cubiertos, pantalones largos y botas de goma de caña entera.

Al momento de colocar trampas, si se trata de un lugar al aire libre no es necesario usar máscaras y trajes de TYVEK, pero en caso de trabajar en lugares cerrados con poca ventilación, donde el contacto con las excretas de los roedores es posible, deben tomarse todas las medidas de precaución desde el comienzo. Es decir entrar vestido con mameluco de TYVEK, botas, guantes y respiradores.

Nota: Todas las trampas deberán estar descontaminadas ya sea por inmersión o por pulverizado del agente desinfectante.

### b) Revisación de trampas

Si se trabaja en un lugar cerrado hacerlo con todo el equipo puesto. Si se trabaja a aire libre se puede revisar las trampas teniendo en cuenta la dirección del viento, el mismo debe soplar desde la espalda del trabajador. Si uno no está seguro con este procedimiento, debe hacerlo con el equipo puesto, al menos con el respirador (opciones que recomendamos)

### c) Procesamiento de animales

Debe hacerse en el lugar de captura, al aire libre y con todo el equipo colocado. Deberá tenerse en cuenta la cercanía de lugares habitados y/o transitados a fin de ubicarse lo más alejado posible, otro aspecto a considerar será la dirección del viento de forma de permanecer de espalda o bien de costado a la corriente de aire.

Una vez comenzado el procesamiento nunca tocar con guantes contaminados ningún material que esté fuera de la mesa, de ser necesario se descartará el par de guantes externos (hay que utilizar dos pares) antes de tocar cualquier elemento que no esté a nuestro alcance, por ejemplo para reponer materiales en la mesa de trabajo.

Las personas que no participan deben permanecer a no menos de 10 metros contra el viento (del lado de donde viene la corriente).

Si un animal se escapa no se intentará recapturarlo, puesto que el peligro de mordedura es muy grande.

Una vez finalizado el trabajo se procede a la descontaminación de todo el material utilizado, incluidos la mesa y asientos empleados, ya sea por rociado o mediante el empleo de paños humedecidos en solución desinfectante. Posteriormente el personal debe alejarse del lugar para quitarse la protección y no volver hasta pasados 30 minutos como mínimo.

Antes de quitarse el equipo es conveniente rociarse con una solución diluida de lavandina (al 10%) o con desinfectante de uso común o con sales cuaternarias (ej.: Zalcon, Diamin S).

El equipo debe sacarse como si se tratara de un guante y ser trasladado en bolsas de nylon. Luego debe ser lavado en agua caliente con detergente, en el caso que no sea descartable.

Si se trasladan animales, debe hacerse en su propia jaula encerrada en dos bolsas de nylon.

Las muestras no deben viajar en el compartimiento de los conductores. Es necesario un vehículo con cabina separada de la caja.

### ¿Como deben tratarse las carcazas?

Primero deben rociarse con una solución de lavandina diluida (10 %) y luego de pasados 45 minutos deben manipularse con guantes impermeables y ser colocados en doble bolsa de nylon para su traslado. Los animales muertos deben ser trasladados a una entidad responsable (cualquier lugar cercano al área de trabajo, que reciba residuos patogénicos - Hospitales -, Bioterio de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales) donde luego serán llevados a un lugar adecuado e incinerados.

Figura 2.2. Mesa de trabajo de campo. Se están procesando roedores silvestres en la localidad de Diego Gaynor, Partido de Exaltación de la Cruz, Provincia de Buenos Aires. Foto: A. Cittadino.

