

Nuevo desafío en Salud Pública: Presencia de reservorios de Hanta, *Oligoryzomys longicaudatus* y *Rattus spp.*, en aéreas de borde en praderas del sur de Chile.

Karen Barrera¹ & Roberto Murua²

1 Corporación Nacional Forestal, Duodécima Región, Magallanes.

2 Departamento de Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales, Universidad de La Frontera, Casilla 57-D, Temuco, Chile. Email: romuba65@gmail.com

Resumen

Los roedores en Chile están representados por 64 especies siendo *Oligoryzomys longicaudatus* (Bennett 1832) una de las especies más importantes por ser transmisor del Hanta virus, que es una enfermedad mortal para el ser humano. El presente estudio consistió en analizar la dinámica poblacional de roedores en un predio cercano a la ciudad de Valdivia (39° S). Las especies más abundantes fueron: *Abrothrix olivaceus* (42%) y *Oligoryzomys longicaudatus* (32%). Las altas abundancias se encontraron en vegetación de gramíneas asociadas a los cercos, lo cual coincide con los patrones de presencia de virus Hanta.

Palabras clave: *Abrothrix olivaceus*, *Oligoryzomys longicaudatus*, virus Hanta.

Abstract

The Chilean rodents are represented by 64 species being *Oligoryzomys longicaudatus* (Bennett, 1832) one of the most important species because is the transmission agent of Hanta virus that is a lethal disease for humans. The present study consisted in analyse the rodents population dynamics in a farm close to Valdivia (39° S). The most abundant species were *Abrothrix olivaceus* (42%) and *Oligoryzomys longicaudatus* (32%). The high abundances were found in grass vegetation associated to borders that is associated to Hanta virus presence.

Keywords: *Abrothrix olivaceus*, *Oligoryzomys longicaudatus*, Hanta virus.

Introducción

En Chile el Orden Rodentia está representado por 64 especies, algunas de las cuales, tienen importancia epidemiológicas por ser transmisores o reservorios de enfermedades bacterianas, parasitarias o virales que pueden afectar al ser humano. En este contexto de las zoonosis, durante las dos últimas décadas ha sobresalido la especie *Oligoryzomys longicaudatus* (Bennett 1832) perteneciente a la familia Cricetidae, por ser el transmisor y reservorio de Hantavirus en Chile (Medina et al., 2009). Este roedor silvestre se distribuye desde la III a la XII región (Mann 1978), en donde debido a su gran vagilidad habita diversos ambientes que posean una fuente de agua cercana (Figuerola et al. 2001), y le entreguen la protección necesaria contra sus depredadores (Murúa y González 1982; González et al. 2000).

De hábitos nocturnos (Murúa et al. 1982), se le puede reconocer por su forma de desplazarse dando saltos como canguro, debido a la longitud de sus patas posteriores (Vásquez 1994). Su reproducción es estacional y la temporada reproductiva se extiende de octubre a abril (González y Murúa 1985, Murúa et al. 1986), donde puede tener 2 a 3 pariciones con 3 a 5 crías por camada (Mann 1978).

La depresión intermedia del valle central del sur de Chile ha sido fuertemente intervenido por el hombre, con variados cambios a nivel del paisaje, como es la fragmentación del bosque nativo, fragmentos que no son capaces de mantener la fauna asociada a ellos (Kelt, 2000, Silva et al. 1999). Estos cambios favorecen el desarrollo de especies vegetales como *Chusquea* spp, que ha pasado a ser un componente importante del nuevo paisaje, en sectores donde el bosque ha sido intervenido para la extracción de madera (González et al. 2000). Además *Chusquea* esta especie influye sobre el tamaño que puede alcanzar la población de *Oligoryzomys longicaudatus* (Meserve et al. 1999).

La dinámica poblacional observada en estos roedores, muestra marcadas fluctuaciones en relación al número de individuos durante el año, ya que pueden llegar a ser muy abundantes durante la época de invierno, pero desaparecer completamente en el verano, (González y Murúa 1985, Murúa et al. 1986, Meserve et al. 1991, Meserve et al. 1999),

La desaparición de *Oligoryzomys longicaudatus* en el verano se contrapone al aumento de casos de Hanta virus en humanos (Murúa et al. 2003), como trabajadores agrícolas y/o habitantes rurales que son los más afectados (Chile 2002, Mansilla,2006). Sobre esta base se puede sospechar que éstos roedores se desplazan hacia otros hábitats como los agro ecosistemas que se encuentren cercanos a los fragmentos de bosque nativo, lo que favorecería el contacto roedor-humano (Murúa y González 1986) con el aumento de casos de Hanta virus (HPS).

Los estudios sobre el Hantavirus en el sur de Chile han estado principalmente orientado en los bosques siempre verdes (Murua et al. 2003,), en zonas de fragmentos incluidos en praderas, (Ortiz et al. 2004, Figueroa y Corales, 2005) y ausentes en los agro-ecosistemas. Sin embargo, en un análisis realizado de los casos humanos de hantavirus registrados en los Servicios de Salud de la provincia de Valdivia, se detectó que el ambiente con mayor porcentaje estaba asociado a los agro ecosistemas y plantaciones forestales con un 32% y un 24 % de casos respectivamente, lo que significa más del 50% de los casos registrados (Mansilla,2006).Otros estudios realizados en la pampa en Argentina detectaron que los roedores cricetidos silvestres colonizan zonas de los cercos donde no alcanzan la maquinaria agrícola (Ellis et al. 1977).

En este estudio se pretende establecer la presencia de *O.longicaudatus* en los bordes de los cercos de un agroecosistema durante el verano (Noviembre a Marzo) y determinar las estructura de la población, machos, hembras, juveniles, el peso, y el estado reproductivo. Además identificar las especies vegetales presentes en los bordes de los cercos que puedan ofrecer protección y alimento a roedores.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el predio Punahue de propiedad de la Universidad Austral de Chile, ubicado en la Comuna de Los Lagos, Provincia de Valdivia, Región de los Ríos, (39°51'LS, 72°36'LO) en un área de pradera permanente, compuesta por ballica inglesa y trébol blanco que fue cosechado en el verano para silo. Se seleccionaron cuatro líneas de muestreos en los bordes de los cercos que circunscribían

la pradera, dos vecinas a un bosque nativo (líneas 1 y 3), otra separando potreros (línea 4) y la línea 2 que junto con separar potreros limitaba con un camino intrapredial. En los lugares seleccionados para el trampeo se procedió a determinar la composición específica de la vegetación espontánea que crecía en los bordes.

En cada línea se dispusieron 20 trampas Sherman medianas, cada 10 m, durante tres noches, cebadas con avena comercial, abarcando una superficie de 200m². Se revisaron las trampas en la mañana siguiente reemplazándose las con captura y activándose aquellas cerradas pero vacías. Se identificaron los roedores colectados y los *Oligoryzomys longicaudatus* fueron marcados con anillo numerados, sexados, pesados y medidos. Se determinó la condición reproductiva considerando la presencia de testículos escrotales en los machos y vagina perforada en las hembras. En el caso de machos y hembras sin actividad reproductiva los primeros presentaron testículos abdominales y las hembras vagina cerrada (Murua et al. 1987). Todos los animales colectados fueron liberados en el lugar de su captura.

Resultados y discusión

Durante el periodo de muestreo de Noviembre 2005 a Abril 2006 en 1101 trampas/noche se colectaron un total de 44 individuos (3,9% de éxito de captura) con representantes de la Familia Cricetidae: *Abrothrix olivaceus* (42%) (Ao), *Oligoryzomys longicaudatus* (32%) (Ol) y *Abrothrix longipilis* (7%) (Al) y ejemplares de especies introducidas y cosmopolitas de la Familia Muridae: *Rattus rattus* (7%) (Rr) *Rattus norvegicus*, (7%) (Rn) y *Mus musculus* (7%) (Mm), en orden de mayor a menor abundancia. (Tabla 1).

Entre las líneas establecidas para este estudio, las líneas uno y tres son las que presentan mayor diversidad en su composición de especies vegetales, esto podría ser explicado por el hecho que ambas líneas se encontraban ubicadas en los bordes de los potreros que limitaban con fragmentos de bosque nativo.

Una primera observación es la diversidad de especies de roedores que coexisten en las líneas muestreadas. *Akodon olivaceus* está presente en todas las líneas lo que

muestra que es entre los cricetidos una especie euroica que coloniza y se adapta a diferentes condiciones ecológicas. En el otro extremo se observa a *Abrothrix longipilis* que requiere de condiciones de mayor cobertura del dosel con hábitats semi -húmedos en el sotobosque (Murua et al. 2005). *Oligoryzomys longicaudatus* requiere de cierta cobertura arbustiva que carece la línea la línea 2 donde dominan especies herbáceas (Tablas 2 y 3), en cambio, aumenta su presencia en la línea 3 que presenta más especies arbustivas. Los roedores introducidos al parecer utilizan estos hábitats como lugares de refugio y paso hacia lugares cercanos al hombre.

Tabla 1. Especies de roedores capturados en cada línea.

Línea	Especies capturadas por línea					
	<i>Ao</i>	<i>Ol</i>	<i>Al</i>	<i>Rr</i>	<i>Rn</i>	<i>Mm</i>
1	6	5	2	2	0	0
2	6	0	0	1	1	2
3	3	7	0	0	0	0
4	4	2	0	0	2	0
Total	19	14	2	3	3	2

Tabla 2. Abundancia relativa de roedores en bordes de una pradera en el predio Punahue.

Línea	Trampas/ noche	Abundancia relativa de las especies capturadas					
		<i>Ao</i>	<i>Ol</i>	<i>Al</i>	<i>Rr</i>	<i>Rn</i>	<i>Mm</i>
1	267	2.24	1.87	0.74	0.74	0.0	0.0
2	266	2.25	0.0	0.0	0.37	0.37	0.75
3	285	1.05	2.45	0.0	0.0	0.0	0.0

4	283	1.41	0.70	0.0	0.0	0.70	0.0
---	-----	------	------	-----	-----	------	-----

Las líneas donde fueron capturados *O. longicaudatus*, comparten características que favorecen la permanencia de esta especie en los agro ecosistemas. Dentro de esas características podemos mencionar la presencia de especies vegetales que ofrecen protección y alimentación, así como también la posibilidad de obtener materiales para la construcción de sus nidos, o bien el utilizar nidos de aves abandonados que se pueden encontrar entre las zarzamoras. En estos hábitats se reproducen durante los meses de verano ya que se colectaron individuos, tanto machos como hembras, en estado reproductivo, lo que confirma la colonización de estos hábitats durante el periodo estival. (Fig. 1)

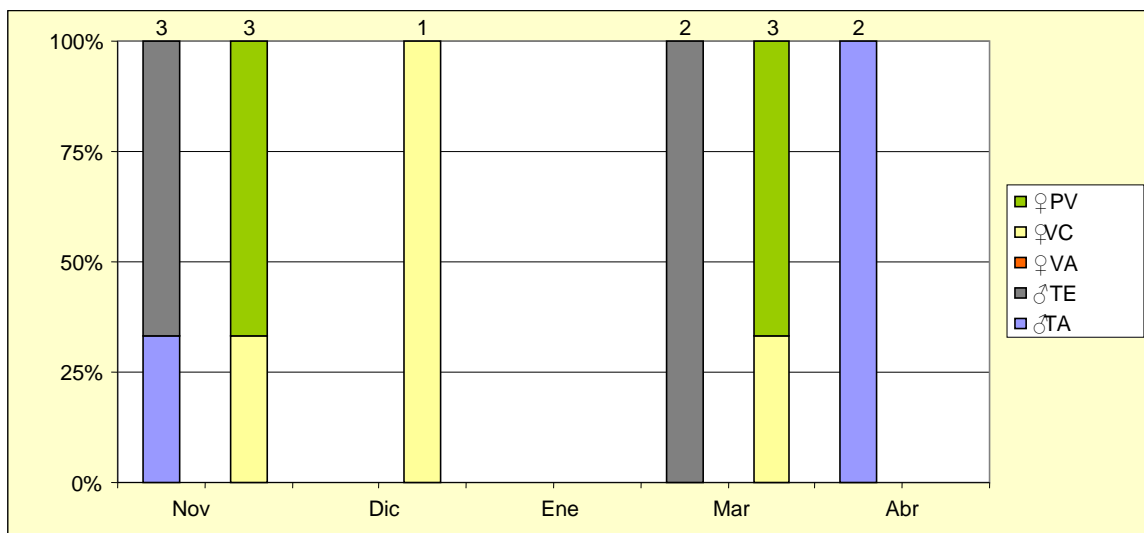


Fig.1.Estado reproductivo de hembras y machos capturados durante el estudio (n 14). TA: Testículo abdominal, TE: Testículo escrotal, VC: Vagina cerrada, VA: Vagina abierta, PV: Pezones visibles.

Sin duda que individuos que inician la actividad reproductiva serian sobrevivientes de año anterior pero en el transcurso del verano, son los nacidos durante la temporada los que se reproducen. Otro aspecto de interés son los pesos que alcanzan los ejemplares durante este periodo estival, que también están influidos inicialmente, por los sobrevivientes del periodo reproductivo anterior, pero son los machos los que mantienen los pesos elevados durante el verano (Fig. 2).

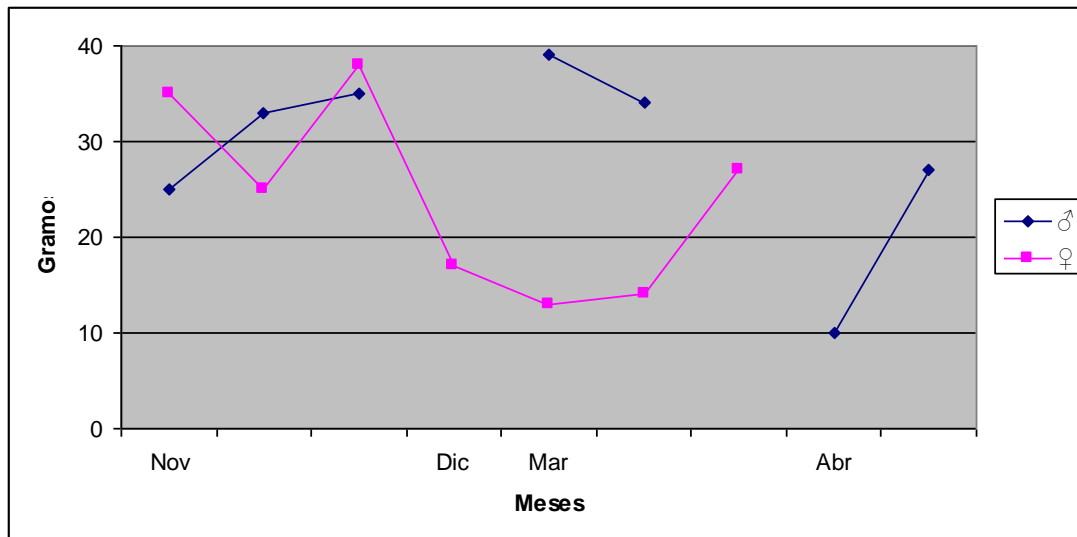


Fig. 2. Pesos de los individuos Machos y Hembras capturados en el verano.

La población a fines de la primavera e inicio del verano está formada por los individuos de la temporada anterior, que han sobrevivido, pero las hembras colectadas en el verano son nacidas en la estación reproductiva ya que dos de las tres hembras capturadas provenían de las primeras pariciones de la temporada reproductiva.

En definitiva se pueden diferenciar tres cohortes, el grupo reproductivo inicial que provienen de los individuos que sobrevivieron el invierno, k_0 (9.5-11.5 meses), los individuos k_1 la cohorte nacida en el verano ($\leq 2,5$ meses) y k_3 , la cohorte de otoño que nace al final de la temporada reproductiva. Es una población heterogénea típica de esta época del año debido a los reclutamientos de individuos juveniles.

Los agro ecosistemas, son ambientes que han interesado a los investigadores, por la importancia ecológica y epidemiológica, al ser zonas altamente intervenidas para el uso humano, lo que ha provocado cambios en el ensamble de micromamíferos y por otro lado ha aumentado el riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas en la población rural (Kravetz y de Villafañe 1981, Kravetz y Polop 1983, Mellink 1991, Mills et al. 1991, Ellis et al. 1997, Utrera et al. 2000, Millán et al. 2003, Courtalon, 2003, Cavia et al. 2005).

Dentro del ensamble de micromamíferos encontrado en este estudio, la especie más abundante fue *Abrotrhix olivaceus*, seguida por *O longicaudatus*. Datos similares han sido descritos por Meserve et al. 1991 y Cádiz (2000) en la décima región, Ortiz et al. (2004) en la octava región y Figueroa y Corales (2005) en la IX región. La especie

menos abundante fue *Abrothrix longipilis*, que se ha colectado mayoritariamente en ambientes con una alta y densa cobertura vegetal, características de los ambientes boscosos y de matorral denso (Glanz y Meserve (1982) y Murúa et al. (1996).

Tabla 3. Caracterización florística de cada línea estudiada.

ESPECIE VEGETAL	LINEA			
	1	2	3	4
Zarzamora (<i>Rubus fruticosus</i>)	x	x	x	x
Botón de oro (<i>Ranunculus repens</i>)	x	x	x	x
Diente de león (<i>Taraxacum officinale</i>)		x	x	
Cardo (<i>Cirsium</i> sp)	x	x	x	x
Festuca (<i>Festuca arundinacea</i>)	x	x	x	
Chepica (<i>Agrostis tenuis</i>)		x	x	x
Siete venas (<i>Plantago lanceolata</i>)	x	x	x	x
Correhuela (<i>Convolvulus arvensis</i>)		x		
Alfalfa chilota (<i>Lotus uliginosus</i>)	x		x	x
Trebol rosado (<i>Trifolium pratense</i>)	x		x	
Nertera (<i>Nertera granadensis</i>)	x			
Menta negra (<i>Mentha piperita</i>)	x			
Lengua de vaca (<i>Sagittaria montevidensis</i>)	x		x	x
Pasto ovillo (<i>Dactylis glomerata</i>)	x		x	x
Quila (<i>Chusquea</i> sp)	x		x	
Quintral (<i>Tristerix</i> sp)	x			
Maqui (<i>Aristotelia Chilensis</i>)	x		x	
Voqui blanco (<i>Boquila trifoliata</i>)	x		x	
Arrayán macho (<i>Rhaphitamnus spinosus</i>)	x			
Pasto dulce (<i>Holcus lanatus</i>)	x	x	x	x
Tomatillo (<i>Solanum nigrum</i>)	x			
Voqui quilo (<i>Muehlenbeckia hastulata</i>)	x			
Costilla de vaca (<i>Blechnum chilensis</i>)			x	
Junquillo (<i>Juncus</i> sp)			x	
Maiten (<i>Maytenus boaria</i>)			x	
Temu (<i>Blepharocalyx cruckshanksii</i>)			x	
Duraznillo (<i>Polygonum persicaria</i>)			x	
Voqui negro (<i>Cissus striata</i>)			x	
Rosa mosqueta (<i>Rosa aff. Rubiginosa</i>)			x	
Trebol blanco (<i>Trifolium repens</i>)			x	x
Ballica (<i>Lolium multiflorum</i>)			x	
Vinagrillo (<i>Rumex</i> sp)			x	x
Bromo (<i>Bromus</i> sp)			x	x
Poa (<i>Poa</i> sp)	x	x	x	

La permanencia de estos roedores en los agro ecosistemas se explicaría porque estos ambientes otorgan condiciones favorables que, por la variedad de gramíneas, las utilizan para construir nidos y las semillas que proporcionan alimento o de frutos de zarzamora, rosa mosqueta y maqui, además de alimentos mantenidos en lugares de acopio.

Dentro de las líneas establecidas en este estudio *O longicaudatus*, fue registrado en tres de las cuatro líneas. La línea dos (ver anexo), donde no fue capturado, presentaba una baja cobertura, con una escasa diversidad de especies vegetales (10 especies registradas) representada principalmente por zarzamora, gramíneas y malezas que al ser intervenidas durante el tiempo de estudio no otorgaban la protección necesaria desde el plano horizontal que requiere la especie para resguardarse de la depredación (Murúa et al. 1982).

Al contrario las líneas, uno, tres y cuatro, donde sí se registraron individuos de *O. longicaudatus*, poseían una alta cobertura vegetal, con una mayor riqueza de especies vegetales (20 especies promedio), que ofrecen la protección y alimentación necesaria para que la población sobreviva. Ellis et al. (1997), analizaron la estructura vegetal en un agroecosistema de la zona central de Argentina y determinaron tres variables vegetacionales en los bordes de cercos que incluyen cobertura aérea por follaje, cobertura de suelo por hojarasca y riqueza de especies gramíneas, que pueden predecir la presencia de roedores en estos ambientes. Dos de estas variables (cobertura aérea y riqueza de gramíneas) estaban presentes en las líneas con captura en este estudio. Esto sugiere que *O. longicaudatus*, necesita condiciones vegetacionales mínimas para establecerse en un determinado hábitat.

Las especies introducidas *Mus musculus*, *Rattus rattus* y *Rattus norvegicus*, también fueron capturados en tres de las líneas, con excepción de la línea 3, que es la de mayor diversidad de especies vegetales, con presencia importante de cobertura aérea. Sin embargo, las tres especies se capturaron en la línea 2 que es la de menor diversidad de especies de gramíneas con presencia de *Rubus fruticosus* (zarzamora) que proporciona cobertura aérea. La coexistencia de los roedores móridos en los bordes de los cercos en praderas, difiere de los resultados de un estudio latitudinal de aéreas silvestres en Chile, donde no se encontró ninguna asociación entre las especie de *Mus musculus* con los *Rattus* spp. (Lobos et al. 2005). Estos roedores son cercanos al

hombre y las líneas de estudio estaban 800 m del área de actividad humana por lo que son un refugio de los depredadores.

A pesar del escaso número de individuos obtenidos en este estudio, es posible detectar variaciones estacionales con un mayor número de capturas a finales de primavera y principios de otoño. La desaparición en enero en esta área se puede asociar a cambios producidos por la cosecha de pasto en los potreros que ocurrió en diciembre que redujo la altura de la cobertura vegetal. Estas variaciones en los números se han observado también en poblaciones de *Calomys laucha*, *C. musculinus* (Kravetz y De Villafañe 1981, Courtalon 2003) y *Akodon Azarae* (Cavia y col 2005), en Argentina asociados a la cosecha de maíz y soja.

Las franjas de vegetación espontánea que se mantienen a lo largo de los cercos son ambientes estables al no ser afectados por la actividades de labranza (Kravetz y de Villafañe 1981, Kravetz y Polop 1983), actuando como corredores por donde estos roedores pueden transitar sin ser vistos por sus depredadores, además de proporcionarles alimento por la abundante presencia de rosa mosqueta (*Rosa aff. Rubiginosa*) y zarzamora (*Rubus fruticosus*) y de facilitarles materiales para la construcción de sus nidos por la gran cantidad de gramíneas que se distribuyen en estos lugares. Entre las gramíneas se encuentran, especies como, *Bromus ulinoides*, *Lolium multiflorum* y *Dactylis glomerata*, que en un estudio de preferencias alimentarias de *O. longicaudatus*, fueron activamente consumidas por el roedor (Murúa et al. 1980). Esto indica que estas especies se consumen como alimento y se usan para confeccionar nidos. Todos estos factores permiten el desarrollo de las comunidades de micromamíferos que puedan reproducirse y así continuar con su ciclo anual.

Las líneas estudiadas, en especial en los meses de verano, adquieren importancia epidemiológica al ser colonizados por especies de roedores entre ellos *O. longicaudatus* que es reservorio del virus hanta y por la mayor cercanía que alcanza con los seres humanos. Además los machos de esta especie son los animales de mayor peso corporal y se ha descrito que estas condiciones (sexo y peso) junto a heridas en el cuerpo serían importantes predictores de la presencia de anticuerpos anti Andes virus en las poblaciones de *O. longicaudatus* (Piudo et al 2012).

Es también un hallazgo interesante la presencia de roedores múridos introducidos como *Rattus*, *Rattus norvegicus* y *Mus musculus* capturados en tres de

las cuatro líneas cercanas a una fuente de aguas (estero) y que también utilizarían estos espacios como corredores para mantenerse cercanos a las actividades humanas. La situación es grave ya que se ha descrito un *Rattus rattus* infectado con virus Hanta Andes lo que aumenta un riesgo epidemiológico por sus hábitos sinantrópicos (Lobos et al. 2005). Las líneas de vegetación que quedan en los cercos entre praderas deben ser considerados como zonas de elevado riesgo para la población rural, además que en colectas de roedores en áreas rurales fue altamente probable coleccionar individuos en sitios con presencia de malezas y en cultivos (Torres et al. 2004). Estos hallazgos explican y sustentan el gran porcentaje de casos humanos que se describen en los agro ecosistemas y plantaciones de pinos en la Región de los Ríos (Mansilla, 2006).

Los resultados de este estudio muestran los posibles riesgos que pueden tener los bordes de los cercos entre cultivos y la importancia de reducir las variables vegetacionales que protegen a los roedores como son la cobertura del follaje, del suelo y abundancia de las especies de gramíneas.

Referencias

- Cadiz, R. 2000. Estudio de la seroprevalencia de Hantavirus en reservorios silvestres en distintos hábitats de la Décima Región. Tesis de Médico Veterinario, Universidad Austral de Chile.
- Cavia, R., I. Gómez, E. Cittadino, D. Bilenca, M. Miño & M. Busch. 2005. Effects of cereal harvest on abundance and spatial distribution of the rodent *Akodon azarae* in central Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107: 95–99.
- Courtalon, P., 2003. Comparación de las comunidades de roedores sigmodontinos entre parcelas de maíz y soja en agro ecosistemas pampeanos. Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Chile, 2002. Departamento de epidemiología, Ministerio de Salud. Presentación seminario internacional de hantavirus abril 2002.
- Chile, 2006. Ministerio de Salud, Notificaciones Síndrome Cardiopulmonar por hantavirus hasta el 27 de noviembre de 2006.

Ellis, B., J. Mills, J. Childs, M. Muzzini, K. McKee, D. Enria & G. Glass. 1997. Structure and floristics of habitats associated with five rodents species in an agroecosystem in central Argentina. *Journal of Zoology (London)* 243: 437–460.

Figuroa, R., E. Corales, J. Cerda & H. Valdivia. 2001. Roedores rapaces y carnívoros de Aysén, SAG (eds).

Figuroa, R., & E. Corales, 2005. Seasonal diet of the aplomado falcon (*Falco femoralis*) in an agricultural area of Araucania, southern Chile. *Journal of Raptors Research* 39: 55-60.

González, L., & R. Murúa. 1985. Características del período reproductivo de tres especies de roedores cricétidos del bosque higrófilo templado. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso* 16: 87-99.

González, L., R. Murúa & C. Jofré, 2000. Habitat utilization of two muroid species in relation to population outbreaks in southern temperate forest of Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 73: 489-495.

Kelt, D., 2000. Small mammal communities in rainforest fragments in Central Southern Chile. *Biological Conservation* 92, 345-358.

Kravetz, F., & G. de Villafañe. 1981. Poblaciones de roedores en cultivos de maíz durante las etapas de madurez y rastrojo. *Historia Natural (Argentina)* 1: 213–232.

Kravetz, F. & J. Polop. 1983. Comunidades de roedores en agro ecosistemas del departamento de Río Cuarto, Argentina. *Ecosur* 10: 1-18.

Lobos, G., M. Ferres & E. Palma. 2005. Presencia de los géneros invasores *Mus* y *Rattus* en áreas naturales de Chile: un riesgo ambiental y epidemiológico *Revista Chilena de Historia Natural* 78: 113-124.

Mansilla, R., 2006. Estudio epidemiológico de una serie de casos de infección por hantavirus y su relación con variables temporo-espaciales en la provincia de Valdivia. Tesis de magíster, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.

Mann, G., 1978. Los pequeños mamíferos de Chile, Gayana, *Zoología (Concepción, Chile)* 40: 1-342 pp.

Meserve, P., & W. Glanz. 1978. Geographical ecology of mammals in the northern Chilean arid zone. *Journal of Biogeography* 5: 135-148.

Meserve, P., B. Lang, R. Murúa A. Muñoz-Pedrerros, L. González. 1991. Characteristics of a terrestrial small mammal assemblage in a temperate rainforest in Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 64: 157-169.

Meserve, P., D. Martínez, J. Rau, R. Murúa, B. Lang, & A. Muñoz-Pedrerros. 1999. Comparative demography and diversity of small mammals in precordilleran temperate rainforests of southern Chile. *Journal of Mammalogy* 80: 880-890.

Mellink, E., 1991. Rodent communities associated with three traditional agroecosystems in the San Luis Potosi Plateau, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 33: 363-375.

Medina, R.A., F. Torres-Perez, H. Galeno, M. Navarrete, P.A.Vial, R.E. Palma, M. ferres J.A. Cook & B. Hjelle, 2009. Ecology, Genetic Diversity and Phylogeographic Structure of Andes Virus in Humans and Rodents in Chile. *Journal of Virology* 83: 2446-2451.

Mills, J., B. Ellis, K. McKee, J. Maiztegui, & J. Childs. 1991. Habitat associations and relative densities of rodent populations in cultivated areas of central Argentina. *Journal of Mammalogy* 72: 470-479.

Millán de la Peña, N., A. Butet, Y. Delettre, G. Paillat, P. Morant, L. Le Du, & F. Burel. 2003. Response of the small mammal community to changes in western French agricultural landscapes. *Landscape Ecology* 18, 265-278.

Murúa, R., L. González, & C. Jofré. 1980. Experimental food preferences of two southern Chilean rodents. *Journal of Mammalogy* 61: 140-148.

Murúa, R., & L. González, 1982. Microhabitat selection in two Chilean cricetids rodents. *Oecologia* 52, 12-15.

Murúa, R., & L. González. 1986. Regulation of numbers in two neotropical rodent species in southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 59: 193-200.

Murúa, R., M. Navarrete, R. Cádiz, R. Figueroa, P. Padula, L. Zaror, R. Mansilla, L. González, & A. Muñoz-Pedrerros. 2003. Síndrome pulmonar por hantavirus: situación

de los roedores reservorios y a la población humana en la décima región. Chile. Revista Medica de Chile, 131: 169-176.

Murúa, R., L. González, & M. Briones. 2005. Cambios en el ensamble de micromamíferos durante la sucesión de bosque costero de Valdivia, Chile. En Smith-Ramírez C, J Armesto, C Valdovinos (eds). Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. pp 516-531. Santiago Chile.

Ortiz, J., W. Venegas, J. Sandoval, P. Chandía & F. Torres-Peréz, 2004. Hantavirus en roedores de la octava región de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 77: 251-256.

Piudo, L., M.J. Monteverde, R.S. Walker & R.J. Douglas, 2012. Características de *Oligoryzomys longicaudatus* asociadas a la presencia del virus Andes (Hantavirus). Revista Chilena de Infectología 29: 200-206.

Torres-Perez, F., J. Navarrete-Droguett, R. Aldunate, T. Yates, G. Mertz, P. Vial, M. Ferres, P.A. Marquet & R.E. Palma 2004. Peridomestic small mammals associated with confirmed cases of human hantavirus disease in Southcentral Chile. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 70: 305-309.

Utrera, A., G. Duno, B. Ellis, R. Salas, N. de Manzione, C. Fulhorst, R. Tesh, & J. Mills. 2000. Small mammals in agricultural areas of the western llanos of Venezuela: community structure, habitat associations, and relative densities. Journal of Mammalogy 81: 536-548.

Vásquez, R., 1994. Bipedalismo de escape en *Oryzomys longicaudatus* (Rodentia: Cricetidae). Medio Ambiente 12: 22-26.