



Ministerio de Salud
Provincia de Río Negro



Centro de Ecología Aplicada del Neuquén
Departamento Fauna Terrestre
Provincia del Neuquén

**IMPLICANCIAS ECO-EPIDEMIOLÓGICAS DE LA FLORACIÓN
MASIVA DE LA CAÑA COLIHUE (*Chusquea culeou*) SOBRE LA
DINÁMICA DEL SISTEMA ROEDOR-HANTAVIRUS EN LA
PROVINCIA DE RÍO NEGRO**

**INFORME FINAL:
MONITOREO DE ROEDORES CON RELACIÓN A LA FLORACIÓN
MASIVA DE LA CAÑA COLIHUE (*Chusquea culeou*)
EN LA PCIA. DE RÍO NEGRO**

Dra. Luciana Piudo, Lic. Martín J. Monteverde, Sr. Oscar Pailacura
(Depto. Fauna Terrestre – CEAN)

Dra. Paula Padula
(INEI - ANLIS, Malbrán)

Med. Vet. Gustavo Cantoni, Med. Vet. Gabriela Vázquez, Med. Vet. Silvana Pos, Med. Vet
Gabriel Talmón, Vet. Guillermo Ruesta, Vet Guillermo Mujcia, Med. Vet. Eduardo Herrero,
Med Vet Paula Ginevro,
(URESА- Zona Andina- Río Negro)

Gpque. Marcia Urbinatti, Gpque. Roberto J. Vélez, Gpque. Oscar Montenegro,
Dra. Cecilia Nuñez
(APN- Parque Nacional Nahuel Huapi)

Introducción y antecedentes

La caña colihue (*Chusquea culeou*) es una gramínea arbustiva perenne, perteneciente a la subfamilia de los bambúes (Bambusoideae). Crece en zonas húmedas de los bosques templados del sur de Chile y en el suroeste de Argentina, donde se distribuye desde el norte de Neuquén hasta el sur del Chubut (Caracotche et al. 2011). Como la mayoría de las bambúceas, esta especie se caracteriza por reproducirse de forma vegetativa y manifestar una reproducción sexual con floración masiva en ciclos de varias décadas, al cabo del cual estas plantas mueren. Normalmente se producen floraciones de forma esporádica y escasa, donde algunas matas aisladas producen semillas, generalmente estériles, casi todos los años. Sin embargo, en los eventos cíclicos (25-70 años) de floración masiva, donde poblaciones enteras de caña florecen a escala regional, trae como consecuencia una excepcional producción de semillas que puede alcanzar los 600g/m² (Caracotche et al. 2011; Bonino et al. 2011). Desde la primavera de 2010, una extensa zona de la región andino-patagónica floreció masivamente comprendiendo tanto a Parques Nacionales (PN Nahuel Huapi, PN Lago Puelo, PN Los Alerces) como áreas urbanas (ejido San Carlos de Bariloche, ejido de El Bolsón, ejido de Lago Puelo, Comunas Comisiones de Fomento en el valle del río Manso inferior) (Caracotche et al. 2011).

La floración y posterior semillazón masiva de la caña colihue en esta región, produce una extraordinaria oferta de recurso alimenticio que surge abruptamente y permanece disponible para la fauna granívora como aves y roedores. Dentro de los roedores, el ratón sigmodontino colilargo (*Oligoryzomys longicaudatus*), principal reservorio del hantavirus Andes Sur (ANDV), es una de las especies que responde de manera más significativa a este extraordinario recurso desencadenando las conocidas “ratadas” o explosiones demográficas. Existen antecedentes concretos que muestran la respuesta poblacional del colilargo ante la aparición de semillas de *Chusquea* sp. (Murúa et al. 1996, Sage et al. 2007).

En el marco del proyecto “**Implicancias eco-epidemiológicas de la floración masiva de la caña colihue (*Chusquea culeou*) sobre la dinámica del sistema roedor-hantavirus en la provincia de Río Negro**” llevado a cabo por el Departamento Fauna Terrestre del Centro de Ecología Aplicada del Neuquén, Salud Ambiental de la Provincia de Río Negro, el laboratorio de Hantavirus del Departamento de Virología, I.N.E.I. - A.N.L.I.S. “Dr. Carlos G. Malbrán”, la APN y la colaboración y apoyo de guardaparques del PN Nahuel Huapi, se

llevaron a cabo estudios poblacionales y de seroprevalencia de roedores en dos sitios de la provincia de Rio Negro con el objeto de monitorear el efecto de la floración masiva de la caña colihue sobre la comunidad de roedores y su infección por hantavirus en ambientes silvestres y domésticos de S.C. de Bariloche y El Manso.

En este informe se resumen los resultados obtenidos de los relevamientos poblacionales y serológicos de roedores durante la etapa del muestreo comprendida entre abril 2011 y marzo de 2012 en S.C. de Bariloche y El Manso, Provincia de Rio Negro.

Metodología

Desde abril 2011 a marzo de 2012 se realizaron muestreos mensuales de roedores durante 3 noches consecutivas. Los muestreos se realizaron alternando entre la ciudad de S.C. de Bariloche y El Manso (bimensuales para cada sitio) abarcando ambientes silvestres y urbanos o rurales. En cada ambiente silvestre de ambas localidades, se dispusieron 2 grillas o cuadrículas compuestas cada una de ellas por 5 líneas con 5 estaciones de trampeo espaciadas aproximadamente cada 10 m, colocándose 2 trampas tipo *Sherman* de captura viva por estación (50 trampas por grilla en total). El área aproximada de cada grilla consta de 0,16 ha. Adicionalmente se colocaron 5 trampas jaula tipo *Tomahawk*, también de captura viva, en cada grilla.

Para monitorear los ambientes urbanos de la ciudad de S.C. de Bariloche se seleccionaron 2 barrios, El Frutillar y casas entre el km 18 y 22 (sitio urbano) donde se dispusieron al azar 10 trampas Sherman y 2 trampas jaulas en patios y jardines de las 10 viviendas seleccionadas (5 viviendas en cada barrio). Así mismo, en El Manso, se seleccionaron 3 viviendas rurales donde se dispusieron al azar 15 trampas Sherman y 5 trampas jaulas en las instalaciones (gallineros, galpones, leñeras, etc) presentes en los peridomicilio de cada una de estas.

Para poder estimar abundancia poblacional y caracterizar demográficamente las poblaciones de roedores en el ambiente silvestre se utilizó el método de captura, marcado y recaptura (CMR) en un de las grillas (Grilla 1), mientras que en la otra grilla (Grilla 2) se utilizó el método de remoción para poder comparar las tendencias poblacionales de los

ambientes silvestres con los urbanos y peridomésticos, en los cuales también se realizó remoción de roedores capturados.

Todas las trampas dispuestas en las distintas instalaciones de las viviendas de El Manso o las distintas casas de un mismo barrio de S. C de Bariloche fueron tratadas como un grupo para su análisis. Todas las trampas Sherman, tanto en ambientes silvestres como peridomiciliarios/rurales o urbanos, se cebaron con avena, grasa bovina y esencia de vainilla y se dispuso en su interior un trozo de algodón para minimizar la mortalidad por hipotermia. Las trampas se revisaron diariamente durante la mañana, reemplazando el cebo o el algodón en caso de ser necesario. Por otro lado, todas las trampas jaula fueron cebadas con pequeños trozos de carne.

Los roedores capturados fueron individualizados y se les extrajo una muestra de sangre del seno retro-orbital para determinación serológica. A cada roedor se le registró la masa corporal, se lo clasificó por edad (adulto, subadulto o juvenil) y sexo y se registró el estado reproductivo. Los individuos de las grillas 1 fueron individualizados y marcados con caravanas colocadas en las orejas y posteriormente liberados en la grilla con excepción de junio y julio que todos los individuos capturados fueron sacrificados. Los individuos capturados en la grilla 2 y en los ambientes urbanos y peridoméstico fueron sacrificados por dislocación cervical y se tomaron muestras de órganos. El mencionado procesamiento se efectuó utilizando todas las medidas de bioseguridad descriptas por Mills y Child (1995) para el trampeo y muestreo de pequeños roedores.

Para la detección de anticuerpos IgG específicos para el virus Andes sur (ANDV) se realizaron pruebas de ELISA de los sueros obtenidos de las muestras de sangre de los roedores como se describe en Padula et al. (2000). El análisis se realiza en el Departamento de Virología, I.N.E.I. - A.N.L.I.S. “Dr. Carlos G. Malbrán”, Buenos Aires. Complementariamente a esto, también se recolectaron muestras de órganos de las diferentes especies de roedores sigmodontinos para su posterior análisis y cultivo viral en el I.N.E.I. - A.N.L.I.S. “Dr. Carlos G. Malbrán”, en caso de ser pertinente. Adicionalmente, también se colectaron las cabezas completas de roedores (cricétidos y múridos) para ser analizados en SENASA (Martínez, Bs As) para la zoonosis rabia. Al momento de finalizar este informe no se contaba con los resultados de los análisis de órganos y cabezas.

Análisis de datos

El número de individuos de cada especie en la grilla 1 (ambiente silvestre) de cada sitio fue estimado mediante el método de enumeración directa y expresada como mínimo número vivo (MNA) (Krebs, 1966). El número total de roedores y de cada especie en la grilla 2 y en los ambientes urbanos y peridomésticos se expresó por medio del índice de éxito de captura (EC) (Mills et al., 1991):

$$EC = (\text{número de capturas/número de trampa noche}) \times 100$$

La proporción de individuos infectados en cada ambiente fue expresada como porcentaje de seroprevalencia. Siendo la seroprevalencia el número de roedores que presentó serología positiva contra ANDV mediante una prueba de ELISA en relación con el número total de individuos analizados. La presencia de anticuerpos es considerada una medida de la proporción de individuos que han estado expuestos al virus y/o persisten infectados. En la grilla 1 se estimó el mínimo número de individuos infectados (MNI).

Resultados

S.C. de Bariloche:

En los 6 eventos de muestreos comprendidos entre abril y febrero se capturaron un total de 397 individuos de 7 especies en el ambiente silvestre y 122 individuos de 7 especies en el ambiente urbano. La especie más capturada en ambos ambientes, silvestre y urbano, fue el ratón colilargo (*O. longicaudatus*) comprendiendo el 52.9% de las capturas del ambiente silvestre y el 41.8% en el ambiente urbano. El ratón pelilargo (*A. longipilis*) fue la segunda especie más capturada de ambos ambientes: 41.6% y 31.1% respectivamente. Otras especies capturadas en este ambiente silvestre fueron: *Geoxus valdivianus* (2.0%), *Abrothrix olivaceus* (1.8%), *Loxodontomys micropus* (1.0%), *Chelemys macronyx* (0.5%) e *Irenomys tarsalis* (0.3%) y en el ambiente urbano, *Mus musculus* (17.2%), *A. olivaceus* (5.7%) y *Rattus rattus* (1.6%) y *Geoxus valdivianus* (0.8%).

La abundancia total de roedores del ambiente silvestre mostró un incremento en su MNA desde abril a octubre producto del constante incremento en la abundancia del ratón colilargo (Fig. 1). Luego de ese período la abundancia de roedores comienza a disminuir.

Similarmente el éxito de captura registrado en este ambiente presenta la misma tendencia de aumento pero con un incremento mucho más acentuado en el último período muestreado (Fig. 2a) alcanzando valores cercanos al 40% momento en el cual comienza a disminuir. Durante este período no se registraron individuos colilargos con serología positiva para ANDV (Fig. 1 y 2a) en este ambiente. Sin embargo, se capturaron dos individuos de *A. longipilis* con serología positiva para ANDV comprendiendo una seroprevalencia del 4.17%.

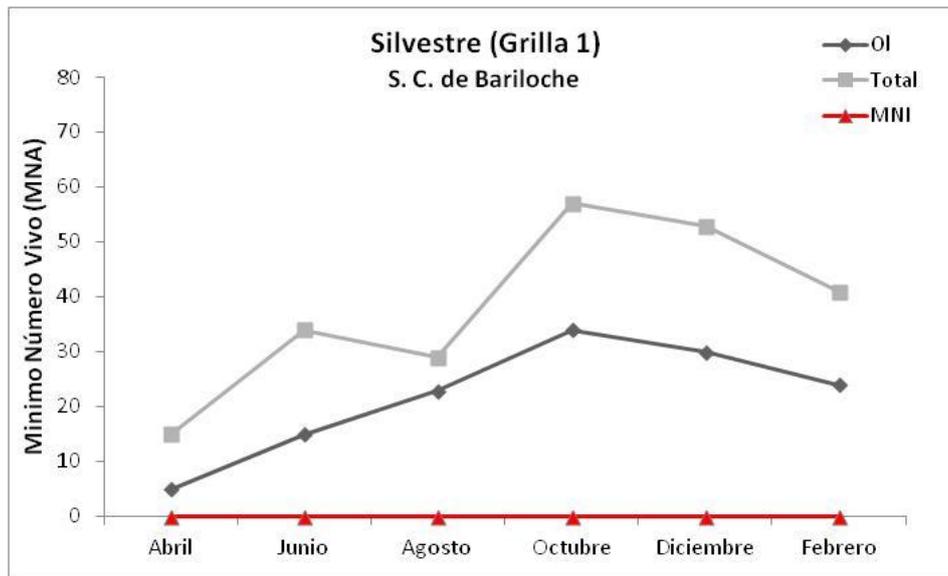


Figura 1. Fluctuaciones temporales en la abundancia expresada como mínimo número vivo (MNA) para el total de especies del ensamble de roedores (Total) y para el ratón colilargo (OI) y Mínimo número de colilargos infectados (MNI) en el ambiente silvestre de S.C. de Bariloche desde abril 2012 a febrero 2012.

La zona urbana muestreada en S.C. de Bariloche muestra diferencias en la abundancia y composición de especies de la comunidad de roedores. En el Frutillar el éxito de captura registrado fue bajo durante todo el muestreo, registrando el mayor valor en diciembre (menor al 5%) (Fig. 2b). En este sitio se registraron principalmente individuos de la especie *M. musculus* (87%). Mientras que el éxito de captura total registrado en las viviendas de los km presentó un incremento desde abril alcanzando su valor máximo en agosto (20%) disminuyendo en octubre para presentar un segundo pico de 14.7% en diciembre (Fig. 2c). Las variaciones observadas en el éxito de captura total están dadas por el aumento en el éxito de captura del ratón colilargo hacia agosto y su posterior disminución. En este ambiente durante ese período se registró un solo individuos de *O. longicaudatus* con serología positiva para ANDV representando una seroprevalencia de 4.55% (Figs. b y c).

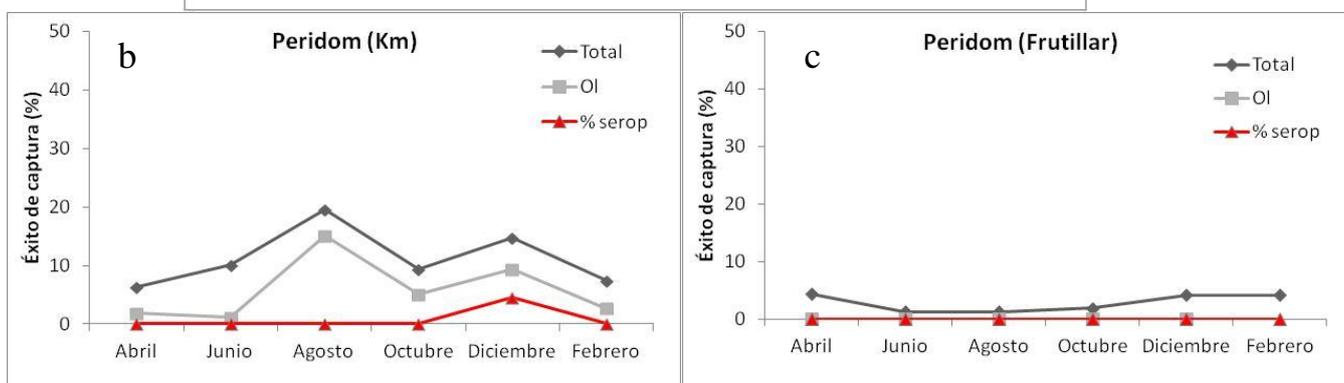
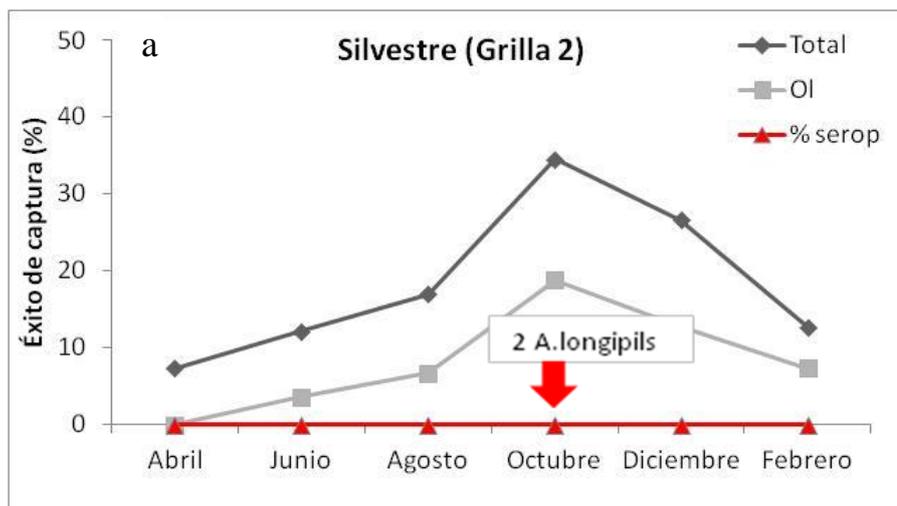


Figura 2. Variaciones temporales en el éxito de captura (%) para el total de especies del ensamble de roedores (Total) y para el ratón colilargo (OI) y variaciones temporales en la prevalencia de infección por ANDV en colilargos, expresado como porcentaje (% serop), en el ambiente silvestre de S.C. de Bariloche (a) y en los ambientes urbanos: los Km (b) y el frutillar (c) desde abril 2011 a febrero 2012.

El Manso:

En los 6 eventos de muestreos comprendidos entre mayo 2011 y marzo 2012 se capturaron un total de 243 individuos de 4 especies en el ambiente silvestre y 165 individuos de 5 especies en el ambiente urbano. La especie más capturada en ambos ambientes, silvestre y urbano, fue el ratón colilargo (*O. longicaudatus*) comprendiendo más del 70% en ambos ambientes (73.7% en ambiente silvestre y 76.4% en ambiente peridoméstico). El ratón oliváceo (*A. olivaceus*) fue la segunda especie más frecuentemente capturada: 17.7% en ambiente silvestre y 12.7% en ambiente peridoméstico. Otras 3 especies también fueron capturadas, en porcentajes menores al 9%, en estos ambientes: *A. longipilis*, *L. micropus* y *R. rattus*.

La abundancia total de roedores del ambiente silvestre de El Manso comenzó con valores altos (50 MNA) en el primer evento de trampeo alcanzando su máxima abundancia en el mes de julio con un MNA de 60 (Fig. 3). A partir de entonces la abundancia total disminuyó abruptamente hasta valores de cero en noviembre de 2011 y permaneció así hasta marzo de 2012 (Fig. 3). Un patrón similar se observa en el éxito de captura de la grilla 2 con valores máximos en julio (50%) y un decaimiento abrupto hacia septiembre (Fig. 4a). En el ambiente silvestre, durante el período comprendido entre mayo y septiembre se encontraron individuos con serología positiva para el ANDV. El mayor número de individuos con serología positiva se halló en julio (3 individuos) en cada una de las grillas, 1 y 2, mientras que los mayores porcentajes de seroprevalencia estuvieron presentes en septiembre 20 y 25% respectivamente en cada grilla (Fig. 3 y Fig. 4b)

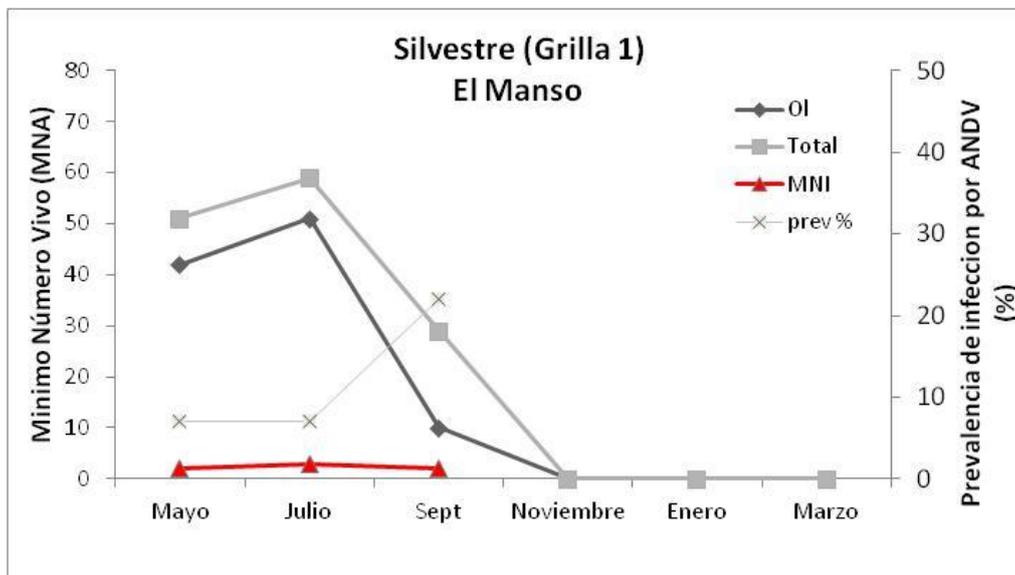


Figura 3. Fluctuaciones temporales en la abundancia de roedores expresada como mínimo número vivo (MNA) para el total de especies del ensamble de roedores (Total) y para el ratón colilargo (Ol) y mínimo número de colilargos infectados (MNI) y variaciones temporales en la prevalencia de infección por ANDV en colilargos, expresado como porcentaje (prev %) en el ambiente silvestre de El Manso desde mayo 2011 a marzo 2012.

Si bien las variaciones temporales en el éxito de captura del ambiente peridomésticos de El Manso muestra un patrón similar al ambiente silvestre en cuanto a los momentos en que presenta sus picos máximos y mínimos estos picos son mucho más marcados en el ambiente peridoméstico (Fig. 4b). El éxito de captura en el ambiente peridoméstico comienza con valores bajos en mayo (EC_{total} : 17.6% y EC_{ol} : 10.5%) presentando su pico máximo en julio (EC_{total} : 73.8% y EC_{ol} : 60.8%) mayores a los alcanzados en el ambiente silvestre (Fig. 4b). Por otro lado, este ambiente presentó solo individuos con serología positiva para ANDV

(n=11) en el mes de mayor éxito de captura, presentando un porcentaje de seroprevalencia de infección del 15.5% (Fig. 4b).

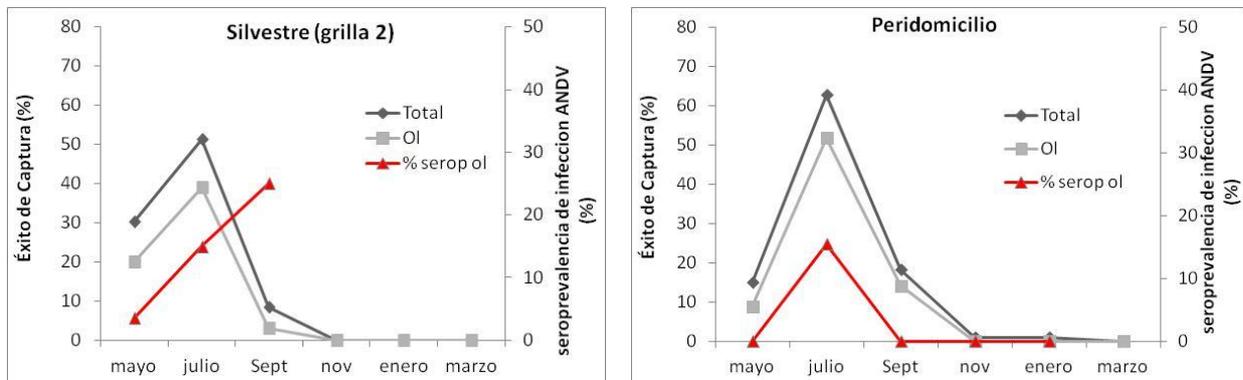


Figura 4. Variaciones temporales en el éxito de captura para el total de especies del ensamble de roedores (Total) y para el ratón colilargo (OI) y variaciones temporales en la prevalencia de infección por ANDV en colilargos, expresado como porcentaje (% serop ol), en el ambiente silvestre de El Manso (a) y en los ambientes peridoméstico (b) desde mayo 2011 a marzo 2012.

Discusión

En El Manso, la explosión poblacional de roedores o “*ratada*” se verificó principalmente durante la temporada de invierno. Este hecho concuerda temporalmente con lo descrito en otros sitios como en el PN Lanín (Pcia. del Neuquén) durante la temporada 2000/2001 (Sage et al. 2007). Sin embargo y a diferencia de lo ocurrido en el PN Lanín, la *ratada* de El Manso fue marcadamente más corta. En El Manso, el “*crash poblacional*” (reducción poblacional a valores cercanos a cero) se verifica hacia finales del invierno principios de la primavera del mismo año mientras que en el PN Lanín, el *crash* poblacional se verifica recién en la primavera del siguiente año y muestra una recuperación total de las poblaciones de roedores recién al tercer año posterior a la floración (Sage et al. 2007).

Al igual que en la *ratada* del PN Lanín, la especie más frecuentemente capturada durante el pico poblacional de la *ratada* del El Manso fue el ratón colilargo, *O. longicaudatus*. Este roedor sigmodontino, principalmente granívoro pero con alguna tendencia a la carnivoría, es la especie que mejor maximiza el aprovechamiento de este disturbio natural en términos de éxito reproductivo y respuesta numérica. El porcentaje de éxito de captura registrado en El Manso en el momento de mayor abundancia de colilargos (julio) fue de un 40% (en grilla 2). Esto es comparable a lo reportado por Gallardo y Meracdo (1999) para la

floración de caña colihue en la Isla de Chiloé (Chile) en el año 1995, en donde se verificó un porcentaje de éxito de captura máximo de 56.4%. Asimismo, Sage et al. (2007) describen un porcentaje de 51 para el otoño del 2000 y de 44 para la primavera del 2000 durante la floración en el PN Lanín.

Las curvas de abundancia del colilargo y del número de individuos con serología positiva para ANDV de esta especie, mostraron un mismo patrón a lo largo del tiempo. Esto podría deberse a la existencia de un incremento en la probabilidad de detección de animales seropositivos cuanto más abundante son y/o a que podría aumentar las posibilidades de transmisión horizontal del virus cuando la población reservoria aumenta su abundancia, dado por el aumento de los encuentros e interacciones entre individuos potencialmente infectados.

Durante la fase de post-ratada de roedores sigmodontinos en el PN Lanín, se observó una segunda fase de ratada o incremento poblacional extraordinario pero esta vez de roedores múridos (*Rattus* spp.). Por lo tanto, si bien se podría esperar que las poblaciones de roedores nativos (ratones sigmodontinos) tarden unas temporadas o algunos años en reponerse y regresar a sus parámetros poblacionales normales, deberíamos mantenernos alertas y expectantes ante una posible ratada de *Rattus* spp. en los próximos meses, aunque hasta el momento no habría indicios de que esto fuera a suceder.

Con relación a otras ratadas se describe que posteriormente a la floración de la caña colihue durante la primavera, la actividad reproductiva de los roedores continuó durante el otoño e invierno siguiente, momento en el cual el número de colilargos alcanzó sus valores máximos (Sage et al. 2007). Es en esta época, cuando muchos de los ratones comenzaron a dispersarse hacia otros sitios como viviendas rurales y luego zonas urbanas y cuando una gran cantidad de roedores ahogados empezó a hallarse en las costas de los lagos. En este marco, en la zona de El Manso no se ha reportado la aparición de roedores muertos en cercanías a cuerpos de agua de la magnitud de lo ocurrido por ejemplo en el PN Lanín. Tal vez esto pueda relacionarse con la corta duración de todo el proceso de ratada y/o a que en el caso del Manso es un río el que recorre esta zona y la corriente puede ser la causante de que los roedores que se caen no se acumulen en sus costas sino que sean arrastrados río abajo.

En S.C. de Bariloche, la ratada parece haber sufrido un retardo temporal en relación con lo ocurrido en El Manso. Las diferentes aproximaciones para explicar este retardo podrían ser varias, que van desde diferencias ambientales entre los dos sitios (clima,

composición vegetacional, grado y tipo de uso entrópico, etc.) hasta en el grado de impacto que tuvo la erupción del volcán Puyehue en ambas zonas a partir del 4 de junio próximo pasado. La caída de piroclastos en forma de ceniza en la zona muestreada de S.C. de Bariloche fue marcadamente superior a El Manso, en donde prácticamente no hubo acumulación de cenizas. De manera hipotética, esto pudo haber retrasado y atentado contra el desarrollo de la ratada en S.C. de Bariloche con relación a El Manso a través de mecanismos como muerte de animales, menor disponibilidad de semillas de caña colihue, etc. siendo posible que la ocurrencia de episodios típicos de ratadas (mayor presencia de roedores en las zonas urbanas, ratones de días, mortalidad en la playas). Sin embargo, muchos de estos episodios ya han sido reportados en distintos puntos de la ciudad solo de manera aislada, esporádicas y de corta duración (Salud Ambiental, com. pers.). De hecho, se visualiza que el éxito de captura en la zona urbana de los kilómetros. ha tenido un pico en agosto, pero que ha disminuido notablemente hacia el mes de octubre aumentando levemente en diciembre.

Las diferencias en cuanto a la abundancia de roedores y su composición de especies entre los barrios muestreados en S.C. de Bariloche puede explicarse por las diferencias estructurales y paisajísticas de ambos barrios. Las viviendas muestreadas en la zona de los kilómetros se encuentran en gran medida, inmersas en un ambiente circundante más silvestre, con alta presencia de vegetación natural. Esto permite un mayor contacto con especies silvestres como por ejemplo los roedores nativos típicos de los bosques subantártico. Por otro lado, el Frutillar es un barrio lindero a una ladera con vegetación natural, pero no está inmersa en este sistema. Además, el tipo de estructuras de las edificaciones peridomiciliarias y el ordenamientos de estos predios (acumulación de madera, colchones, fardos de pasto, alimento para animales domésticos, materiales en desuso, etc.) ofrecen ambientes más propicios para especies comensales más que silvestres como son los roedores múridos (*Mus* spp. y *Rattus* spp.)

Un punto importante a tener en cuenta es que como todo disturbio la floración masiva de la caña colihue produce desequilibrios importantes en la abundancia poblacional de roedores así como en la seroprevalencia de infección por hantavirus, entre otros. Este desequilibrio es seguido por una etapa de “amortiguamiento” en donde las poblaciones de roedores van retomando sus valores normales. Durante esta etapa es posible que las interacciones entre roedores para restablecer sus áreas de acción y delimitar sus recursos favorezcan el contacto inter e intraespecífico incrementando las probabilidades de transmisión

del virus, por lo que es esperable que se produzcan nuevos picos de seroprevalencia durante estos períodos de post ratada. Es por ello, que sería importante continuar con estos estudios de manera de poder monitorear la dinámica de repoblación de roedores en zonas afectadas por la floración y la dinámica de infección por hantavirus a lo largo de este proceso, hasta que las poblaciones hayan alcanzado sus valores habituales para poder desarrollar medidas preventivas efectivas.

Bibliografía

- Caracotche MSE, A Pérez y C Núñez. 2011. Floración masiva de caña colihue: Informe de situación Agosto 2010 / Mayo 2011. Delegación Regional Patagonia.
- Gallardo MH y CL Mercado. 1999. Mast seeding of bamboo shrubs and mouse outbreaks in southern Chile. *Mastozoología Neotropical* 6:103–111.
- Krebs CJ. 1966. Demographic changes in fluctuating populations of *Microtus californicus*. *Ecological Monographs*. 36:239–273.
- Mills JN, BA Ellis, KT McKee, JI Maiztegui y JE Childs. 1991. Habitat associations and relative densities of rodent populations in cultivated areas of central Argentina. *Journal of Mammalogy*. 72:470–479.
- Mills JN y JE Child. 1995. Ecologic studies of rodent reservoirs: Their relevance for human health. *Emerging Infectious diseases*. 4(4): 529–537.
- Murúa R, LA González, M González y C Jofre. 1996. Efectos del florecimiento del arbusto *Chusquea quila* (Bambucea) sobre la demografía de poblaciones de roedores de los bosques templados fríos del sur chileno. *Boletín Sociedad de biología de Concepción* 67: 37–42.
- Padula PJ, CM Rossi, MO Della Valle, PV Martínez, SB Colavecchia, A Edelstein, et al. 2000. Development and evaluation of a solid phase enzyme immunoassay based on Andes hantavirus recombinant nucleoprotein. *J Med Microb*. 38:3029–3035.
- Sage RD, OP Pearson, J Sanguinetti, y AK Pearson. 2007. Ratada 2001: A rodent outbreak following the flowering of bamboo (*Chusquea culeou*) in southern Argentina. *The quintessential naturalist: Honoring the life and legacy of Oliver P. Pearson* 134: 177.