

DETECCIÓN DE POTENCIALES RESERVORIOS DE HANTAVIRUS EN ÁREAS DEL SNASPE POR MEDIO DEL ESTUDIO DE EGAGRÓPILAS DE TUCÚQUERE (*BUBO MAGELLANICUS*) y LECHUZA BLANCA (*TYTO ALBA*)*

DETECTION OF POTENTIAL RESERVOIRS OF HANTAVIRUS IN AREAS OF SNASPE THROUGH THE STUDY OF LESSER HORNED OWL (*BUBO MAGELLANICUS*) AND BARN OWL (*TYTO ALBA*)

Alonso Erazo • Tyndall Volosky
 Profesor Guía: Carlos Zurita
 Centro de Investigación Científica Escolar (CICE), Santiago
 Asesor Científico: Fabian Jaksic
 Evaluador: Alberto González

Resumen

La investigación se llevó a cabo en 6 áreas del SNASPE: Norte (Parque Nacional Fray Jorge y Reserva Nacional Las Chinchillas), Centro (Reserva Nacional Lago Peñuelas y Parque Nacional Río Clarillo) y Sur (Parques Nacionales Conguillío y Villarrica). Se recolectaron 211 egagrópillas pertenecientes a Tucúquere (*Bubo magellanicus*) y Lechuza Blanca (*Tyto alba*), posteriormente se analizaron e identificaron sus ítems dietarios y cuáles de ellos se comportan como roedores potenciales reservorios de hantavirus. Se obtiene que las áreas del SNASPE del sur del país presentan una mayor abundancia de roedores que se comportan como potenciales reservorios de hantavirus y al mismo tiempo con una alta seropositividad (siendo este el caso de *Oligoryzomys longicaudatus*) lo que podría aumentar el riesgo de contagio en esta zona comparada con las del norte y centro. Queda de manifiesto la importancia de las aves rapaces como controladores de roedores potenciales reservorios de hantavirus de alta y baja seropositividad.

Palabras claves: Hanta; Egagrópillas; SNASPE; Lechuza blanca; Tucúquere.

Abstract

We carried the research in 6 areas of SNASPE: North (Fray Jorge National Park and Las Chinchillas National Reserve), Centro (National Reserve Lake Peñuelas and Clarillo River National Park) and South (Conguillío and Villarrica National Parks). We collected 211 egagropylars belonging to Tucúquere (*Bubo magellanicus*) and White Owl (*Tyto alba*), later they analyzed and identified their dietary items and which of them behave as potential rodents reservoirs of hantaviruses. The results show that the SNASPE areas of the south of the country have a greater abundance of rodents that act as potential reservoirs of hantaviruses, and, with a high seropositivity (this being the case of *Oligoryzomys longicaudatus*) which could increase the risk of contagion in this area, compared with those in the north and center. The importance of raptors as controllers of rodents, potential reservoirs of hantaviruses of high and low seropositivity is evident.

Keywords: Hantaviruses; Owl Pellets; SNASPE; White owl; Tucúquere.

El Proyecto participó en:

- * 48° Feria Científica Nacional del Museo Nacional de Historia Natural, obteniendo Mención Honrosa.
- * XIII Congreso Regional Explora CONICYT RM Norte, siendo premiada como una de las 6 mejores investigaciones en la categoría Ciencias Naturales.
- * 3ra. Expociencia Nacional de la Fundación Club Ciencias Chile, obteniendo el 3er. Lugar de la categoría Enseñanza Media y Acreditado para representar a Chile en la OKSEF, Esmirna, Turquía en Junio 2019.

El Proyecto participará en:

- * 2da. Helvenciencia Austral en la ciudad de Valdivia, obteniendo el 1er. Lugar de la categoría Enseñanza Media y acreditado para representar a Chile en la Expociencia MILSET en Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos en Septiembre 2019.

Introducción

En Chile, los roedores están ampliamente distribuidos, de norte a sur, tanto en áreas urbanas, silvoagropecuarias y silvestres (Spotorno *et al.*, 2000), siendo ésta última un componente importante del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) administrado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Estas áreas se encuentran abiertas a turistas durante todo el año, exponiéndolos al contacto con fauna representativa del lugar y, junto con ello, a posibles contagios de enfermedades zoonóticas, siendo una de ellas el Síndrome Pulmonar producido por hantavirus.

El género hantavirus, forma parte de la familia Bunyviridae y comprende un número importante de virus que se distribuyen en todo el mundo, entre ellos se incluyen los hantavirus de Europa y Asia que causan fiebre hemorrágica con síndrome renal (FHSR) y los del continente americano que producen el síndrome pulmonar por hantavirus (SPH) (Flores, 2015). Esta última, al momento del contagio, expresa síntomas tales como fiebre, dolor muscular, dolor de cabeza, vómitos y diarrea.

Las vías aéreas son la principal ruta de transmisión de los hantavirus de roedores a humanos, a partir de la saliva o las excretas que se inhalan directamente del animal o cuando se mueve material fresco o seco contaminado, los virus también se pueden introducir al hombre directamente por la piel herida. Entre los roedores la transmisión del virus es por mordeduras, esta vía también puede ocasionalmente producir infección en humanos. Hasta la fecha no se ha reportado transmisión de hantavirus de persona a persona, en el caso

de FHSR en Asia pero si del SPH en Chile, donde hay registro del contagio del virus de persona a persona, en supuesto por una mutación del mismo y que se encuentra en estudio, hecho ocurrido en la Región de los Lagos durante enero 2019.

Sin embargo, la información obtenida en Argentina sugiere que pudo haber existido anteriormente transmisión de persona a persona durante el brote de 1996 ocurrido en las ciudades de El Bolsón y Bariloche (Flores, 2015). Las personas infectadas desarrollan rápidamente una fiebre que se desencadena en complicaciones cardiopulmonar, edema pulmonar y falla hemodinámica.

La confirmación de la presencia de Hantavirus en las poblaciones de roedores silvestres en Chile ocurrió en el año 1995, como consecuencia de la identificación del primer caso humano del síndrome pulmonar por Hantavirus (SPH) en la zona del Segundo Corral, X Región del país (Pavletic, 2000). Este caso generó una variedad de estudios para conocer la epidemiología y ecología del virus en el país, lo que ha permitido identificar las especies de roedores que se comportan como reservorios (organismo que es capaz de mantener y transmitir el virus sin enfermar) del hantavirus cepa Andes, entre los que se encuentra el Ratón orejudo de Darwin (*Phyllotis darwini*), Pericote Austral (*Loxodontomys micropus*) Ratón de pelo largo (*Abrothrix longipilis*), Ratón Oliváceo (*Abrothrix olivaceus*) y, su principal reservorio, Ratón de cola larga (*Oligoryzomys longicaudatus*) (Spotorno *et al.*, 2000). A éstos, se han agregado dos reservorios nuevos del virus, Rata Negra (*Rattus rattus*) y Laucha Doméstica (*Mus musculus*)



(Lobos *et al.*, 2005), quienes presentan una variedad distinta del hantavirus, llamada Seoul (Palma, 2018, Comunicación personal).

Actualmente, la identificación y reconocimiento de roedores presentes en distintas zonas de Chile se lleva a cabo a través de técnicas de trapeo y recolección de individuos vivos, exponiendo a un riesgo de contagio a quien manipula las trampas. Quienes se exponen a un mayor riesgo de contagio son los turistas que frecuentan zonas poco aireadas e investigadores que deben trabajar con individuos vivos (Spotorno *et al.*, 2000).

Las aves rapaces pertenecientes al Orden Strigiformes, de las cuales destacan la Lechuza Blanca (*Tyto alba*), y el Tucúquere (*Bubo magellanicus*), son controladores naturales de los roedores reservorios de hantavirus para la población humana. (Zurita *et al.*, 2018).

Es posible identificar los roedores potenciales reservorios de Hantavirus, presentes en una zona a través del estudio de la dieta de aves rapaces por medio del análisis de egagrópilas, regurgitados de material no digerido en cuyo interior podemos encontrar pelos, huesos, plumas o exoesqueletos de insectos (Rosenberg y Cooper, 1990). El análisis de las egagrópilas ofrece valiosa información acerca de los hábitos alimenticios, sin invertir largas jornadas de observación directa, ni causar perturbación directa al ave que las produce y sin tener que exponerse al contacto directo con los roedores reservorios de Hantavirus, reduciendo así el riesgo de contagio (Redpath *et al.*, 2001). Además, se conoce que el Hantavirus sufriría acción enzimática y degradativa en el tubo digestivo del ave que depreda al potencial reservorio (pH ácido del tracto digestivo del ave, tiempo, destrucción celular inducida por virus, entre otros) inactivando su capacidad de infección. Por ende, la manipulación de egagrópilas no implica un riesgo para quien trabaje con ellas, puesto que el virus es muy lábil y se encontraría fragmentado dentro de sus restos (Jaksic, 2017, Comunicación personal).

El propósito de la investigación es identificar los potenciales reservorios de hantavirus por medio de una técnica distinta a las habitualmente aplicadas que permite minorizar el riesgo de contagio.

El área de mayor riesgo de Hantavirus en Chile se sitúa entre las regiones del BíoBío y Aysén. Más del 60% de las personas que contraen el hantavirus residen en esta zona (Cruz, 2017, Comunicación personal).

Actualmente los servicios de salud pública en Chile (MINSAL e ISP) describen la distribución de *Oligoryzomys*

longicaudatus (como principal vector de Hanta) por región, pero sin especificar su presencia y representatividad en áreas del SNASPE (Minsal-ISP, 2013). Este roedor es quien presenta la mayor seropositividad (estado inmunitario que se caracteriza por la presencia de un anticuerpo creado frente a un antígeno al que se vio expuesto el organismo hospedero) de Hantavirus en el país.

Es por ello que el objetivo de este estudio es poder determinar de forma cuantitativa la representatividad de este reservorio (y otras especies de roedores como potenciales reservorios de Hantavirus) en distintos Parques y Reservas del SNASPE del norte, centro y sur de Chile.

Pregunta de Investigación

¿Cuál es la representatividad de roedores potenciales reservorios de Hantavirus (Cepa Andes) en áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE) del norte, centro y sur de Chile?

Hipótesis

Dado que se ha registrado mayor cantidad de casos de contagio de Hantavirus en el sur del país, entonces se espera que la representatividad de roedores potenciales reservorios del virus, encontrados en la dieta de aves rapaces, sea mayor en las áreas del SNASPE del sur, comparada con el centro y norte de Chile.

Objetivo General

Analizar la representatividad de roedores reservorios de Hantavirus encontrados en egagrópilas de aves rapaces recolectadas en Áreas Silvestres Protegidas, en el norte, centro y sur de Chile, y establecer potenciales zonas de riesgo de transmisión del Síndrome Pulmonar por Hantavirus para la población (turistas, trabajadores y mastozoólogos).

Objetivos Específicos

1. Identificar y cuantificar las especies de roedores depredadas por aves rapaces (*T. alba* y *B. Magellanicus*) que habitan las áreas del SNASPE en estudio.
2. Determinar y cuantificar los ítems dietarios de aves rapaces (*T. alba* y *B. Magellanicus*) que son potenciales reservorios de hantavirus.
3. Establecer las zonas que tienen mayor potencial de riesgo de contagio de hantavirus.



Metodología

A. Trabajo de Campo

El trabajo de campo se llevó a cabo entre las regiones de Coquimbo y La Araucanía, abarcando tres zonas con condiciones climáticas y ambientales divergentes: dos áreas del SNASPE del norte del país: Parque Nacional Fray Jorge (30°38' S 71°40' O) y Reserva Nacional Las Chinchillas (31°37' S 71°09' O), ambos ubicados en la IV Región; dos áreas del SNASPE del centro: Reserva Nacional Lago Peñuelas (33° 07' S 71° 24' O) V Región y Parque Nacional Río Clarillo (33°46' S 70°27' O) Región Metropolitana; y dos áreas del SNASPE del sur: Parque Nacional Conguillío (38°40' S 71°39' O) y Parque Nacional Villarrica (39°29' S 71°43' O), ambos ubicados en la IX Región. Todas estas áreas se encuentran bajo la administración de CONAF, con altas tasas de visitas de turistas durante todo el año y caracterizadas por la presencia de bosque nativo y abundante fauna que forma diversas interacciones tróficas.

El trabajo de campo se llevó a cabo durante los meses de marzo a septiembre de 2018, abarcando las estaciones de otoño e invierno. Se realizaron 2 visitas a cada Parque y/o Reserva y se recolectaron egagrópilas de aves rapaces pertenecientes al orden Strigiformes. Para ello se identificaron perchas pertenecientes a Tucúquere (*B. magellanicus*) y Lechuza Blanca (*T. alba*). Estas especies son de hábitos generalistas (Jaksic, 2003) por lo que sus egagrópilas serían una muestra representativa de la presencia de roedores del lugar. Las perchas fueron georreferenciadas y las egagrópilas fueron transportadas al laboratorio envueltas dentro de papel absorbente para preservarlas hasta su posterior análisis de los ítems dietarios. De cada egagrópila se identificó la especie de procedencia, y se tomó nota de la fecha y lugar donde fue recolectada (Figura N° 1).

B. Trabajo de Laboratorio

Cada egagrópila recolectada fue inmersa en una solución de agua oxigenada con el fin de separar los restos óseos del contenido restante de ella. Se obtuvieron los cráneos de los roedores depredados y se procedió a su reconocimiento a nivel de especie mediante el uso de claves de identificación (Reise, 1975). Esta clave de identificación ocupa como principal criterio de comparación la morfología dentaria de mandíbula y maxilar. Se cuantificaron los ítems de presa de micromamíferos en las egagrópilas y posteriormente se identificaron cuáles de estos se conocen como potenciales reservorios de hantavirus.

C. Análisis de Datos

Los datos obtenidos fueron ordenados en tablas por especie de ave rapaz. Cada tabla especifica las presas encontradas en las egagrópilas (análisis descriptivo), el área del SNASPE de la cual fue recolectada y el porcentaje respecto del total que representa la presa. Posteriormente se elaboró un gráfico que determina el porcentaje de representatividad que tienen los roedores potenciales reservorios de hantavirus encontrados en las egagrópilas por zona del país, con la finalidad de determinar cuál(es) de las zonas en estudio tiene(n) mayor posibilidad de riesgo de contagio de hantavirus.

El propósito del estudio es realizar comparaciones entre zonas y no entre áreas del SNASPE, por ello se reúnen en un solo resultado las dos áreas del SNASPE analizadas por zona, debido a que los ítems dietarios se basan en micromamíferos, siendo ambas especies depredadores generalistas y, con ello, no existen diferencias significativas en la dieta de ambas aves (Muñoz-Pedrerros *et al.*, 2016). En trabajos previos se ha descrito una muy alta sobreposición de dieta entre *B. magellanicus* y *T. alba* y por lo tanto estaría correcto agrupar ambas dietas en sólo un resultado (Zurita *et al.*, 2018).



Figura N° 1: Egagrópilas de Lechuza Blanca (izquierda) y de Tucúquere (derecha). Cabe destacar que ninguna de las aves rapaces en estudio tiene preferencias alimentarias por una presa en particular en ninguno de los sitios de estudio (Jaksic, 2003).

De las 211 egagrópilas en estudio, 74 pertenecen a la zona norte, 70 a la zona centro y 77 a la zona sur. De las 11 especies de roedores encontradas, 6 corresponden a potenciales reservorios de hantavirus: Ratón orejudo de Darwin (*Phylotis darwini*), Ratón de pelo largo (*Abrothrix longipilis*), Ratón oliváceo (*Abrothrix olivaceus*), Rata negra (*Rattus rattus*), Laucha doméstica (*Mus musculus*) y el principal reservorio, Ratón de cola larga (*Oligoryzomys longicaudatus*) (Tabla N° 1).



Ítem Dietario	Zona Norte		Zona Centro		Zona Sur	
	PN Fray Jorge F (%)	RN Chinchilla F (%)	RN L. Peñuelas F (%)	PN Rio Clarillo F (%)	PN Conguillío F (%)	PN Villarrica F (%)
<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	0 (0,0)		26 (21,3)		65 (55,4)	
<i>Phylotis darwini</i>	41 (51,9)		0 (0,0)		4 (3,6)	
<i>Abrothrix olivaceus</i>	1 (1,3)		20 (16,4)		21 (18,4)	
<i>Rattus rattus</i>	0 (0,0)		24 (20,0)		12 (10,7)	
<i>Mus musculus</i>	0 (0,0)		30 (24,4)		1 (0,5)	
<i>Abrothrix longipilis</i>	0 (0,0)		2 (1,6)		8 (6,5)	
<i>Abrocoma benetti</i>	19 (24,1)		10 (8,2)		0 (0,0)	
<i>Thylamys elegans</i>	4 (5,1)		0 (0,0)		0 (0,0)	
<i>Spalacopus cyanus</i>	1 (1,3)		0 (0,0)		0 (0,0)	
<i>Auliscomys boliviensis</i>	1 (1,3)		0 (0,0)		0 (0,0)	
<i>Octodon degus</i>	3 (3,8)		10 (8,1)		0 (0,0)	
Roedores no Determinados	7 (8,7)		0 (0,0)		0 (0,0)	
Total Mamíferos	77 (97,5)		122 (100,0)		111 (95,1)	
Passeriforme no Determinado	2 (2,5)		0 (0,0)		6 (4,9)	
Total Aves	2 (2,5)		0 (0,0)		6 (4,9)	
Total Presas Vertebradas	79		122		117	
Total de Egagrópilas	74		70		77	

Tabla N° 1. Composición dietaria de *T. alba* y *B. magellanicus* en 3 zonas de Chile. F%= Porcentaje de ocurrencia. En color verde se destacan aquellos roedores potenciales reservorios de hantavirus.

El ítem dietario más frecuente en la zona norte fue el Ratón orejudo de Darwin (*Phylotis darwini*), en la zona centro fue la Laucha doméstica (*Mus musculus*) y en la zona sur fue el Ratón de cola larga (*Oligoryzomys longicaudatus*) (Tabla N° 1).

La representatividad de roedores del total de las presas depredadas que son potenciales reservorios de hantavirus en las tres zonas de estudio es presentada en

la Figura N° 2. Se puede observar un aumento en la representatividad de roedores potenciales reservorios de hantavirus de norte a sur, siendo la zona sur el área de estudio que tiene la mayor frecuencia de estos roedores encontrados en egagrópilas de las aves rapaces en estudio, de lo cual se infiere que podría ser la zona con mayor riesgo de contagio del virus para la población humana.

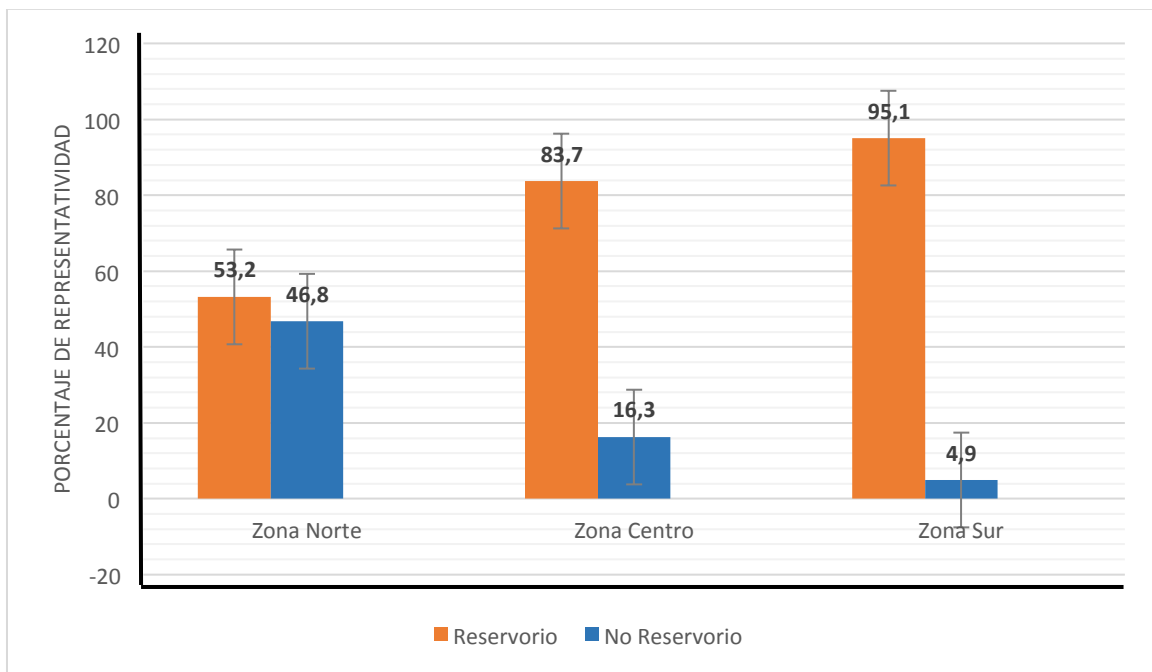


Figura N° 2. Representatividad de roedores potenciales reservorios de hantavirus por zona geográfica de Chile.



En el caso de la zona norte se reconocieron dos potenciales reservorios que representan el 53,2% de las presas depredadas, uno de ellos es el Ratón orejado de Darwin (*Phylotis darwini*) con un 51,9% de representatividad con respecto del total de presas.

En el caso de la zona central aparecen cinco roedores potenciales reservorios de hantavirus que representan el 83,7% de las presas depredadas. De estos cinco, tres sobrepasan el 20% de representatividad con respecto al total de presas, estos son: Laucha doméstica (*Mus musculus*), Rata negra (*Rattus rattus*) y Ratón de cola larga (*Oligoryzomys longicaudatus*). La presencia de Ratón de cola larga significa un alto riesgo para la población debido a su alta seropositividad (Ortiz *et al.*, 2004). pero su representatividad sigue sin ser tan alta como en la zona sur del país.

Finalmente, en la zona sur de Chile es posible encontrar seis reservorios de hantavirus, los cuales representan el 95,1% del total de presas depredadas, de entre los cuales destaca otra vez el Ratón de cola larga (*O. longicaudatus*), esta vez con una representatividad que supera la mitad de las muestras (55,4%). Esto significa un alto riesgo para la población humana, mayor que el de la zona central, debido a que la seropositividad del Ratón del cola larga (*O. longicaudatus*) en la zona sur del país es mayor que en la zona central (7,23% vs. 3,2%) (Murúa *et al.*, 2003).

Discusión

Se infiere que en el sur del país existen ciertas condiciones ambientales que favorecen el potencial biótico de la especie Ratón de Cola larga (*O. longicaudatus*), tales como: humedad, temperatura, entre otros, la cual se expresa como aumento en el número de roedores cada un determinado período de tiempo, esto se debe a la alta presencia de Quila (*Chusquea quila*) en el sur del país, que prolifera cada 12-14 años (Jaksic y Lima, 2003) generando ratadas (aumentos exponenciales) de Ratón de Cola Larga (*Oligoryzomys longicaudatus*) las cuales constituyen un verdadero riesgo epidemiológico para la población humana.

Se infiere que la ocurrencia de casos de hanta en Chile en la zona sur del país se deba a la alta presencia de roedores potenciales reservorios de hantavirus y su elevada seropositividad (Muñoz-Pedrero *et al.*, 2016).

Por otro lado, la mera identificación de roedores potenciales mediante el estudio de egagrópilas de aves rapaces si bien es suficiente para definir un riesgo, no

necesariamente es suficiente para definir un área endémica para el hantavirus, para ello se hace necesario algún método bioquímico que permita la identificación de la presencia del hantavirus dentro de los restos óseos de los roedores en las egagrópilas.

Sin embargo, las otras zonas de estudio también poseen una alta representatividad de roedores potenciales reservorios de hantavirus, pero la diferencia radica en la mayor representatividad, presencia y abundancia del ratón de cola larga (*Oligoryzomys longicaudatus*) en la zona sur, además de que este es el que posee la mayor seropositividad de todos los roedores en Chile (Muñoz-Pedrerros *et al.*, 2007) y por ello es un factor indiscutible en el riesgo de contagio con el virus. La alta presencia de *P. darwini* en la zona norte, que, si bien es un potencial reservorio de hantavirus, no presenta un riesgo epidemiológico para la población nortina debido a su baja seropositividad (Ortiz *et al.*, 2004).

De las áreas del SNASPE en estudio, quienes presentan un mayor potencial de riesgo de contagio con el hantavirus cepa Andes corresponden al Parque Nacional Villarrica y Parque Nacional Conguillío, puesto que fueron las áreas con mayor número de roedores que se comportan como potenciales reservorios de hantavirus y, al mismo tiempo, que presentan una elevada seropositividad.

Se propone aquí un método distinto de estudio de los potenciales roedores vectores de hantavirus a través de egagrópilas de aves rapaces, permitiendo así reducir el riesgo de contagio que se tiene al tomar contacto directo con roedores reservorios y de alta seropositividad de hantavirus a través de los típicos métodos de trampeo usados en la actualidad.

Finalmente, el riesgo de contagio con hantavirus dependerá de varios factores entre los cuales se encuentran: la presencia de roedores que sean potenciales reservorios de la enfermedad, la seropositividad de los roedores que se encuentran en el área, la presencia de humanos que tomen contacto directo o indirecto con roedores y finalmente las condiciones ambientales para que el virus pueda mantenerse fuera del huésped para ser transmitido a una persona. El caso más dramático es el del sur de Chile ya que se presentan estos cuatro factores, por lo que se hace necesario incentivar las campañas de prevención y educación de la enfermedad, como la campaña "Elige Cuidarte" del MINSAL que busca informar respecto de la sintomatología y medidas de prevención del contagio.



Desde otra perspectiva, se hace necesario extender e intensificar las campañas del Ministerio de Salud, junto con CONAF, que buscan reducir los riesgos de contagio por hantavirus, sobre todo, en las áreas del

SNASPE del sur del país. A pesar de que el número de infectados por año es bajo, su tasa de mortalidad sigue siendo alta.

Conclusiones

Se concluye que la representatividad de roedores potenciales vectores de hantavirus, es mayor en el sur de Chile en las áreas en estudio. A esto se añade que el uso de egagrópilas de especies de aves rapaces nocturnas de hábitos generalistas es un método fiable para la identificación de potenciales reservorios de hantavirus, disminuyendo así el riesgo de contagio para investigadores. Este estudio logra confirmar y determinar que las regiones sur en estudio representan un mayor riesgo de contagio con hantavirus, debido a la alta y significativa presencia de *Oligoryzomys longicaudatus*, su principal vector, en las egagrópilas de las rapaces en estudio en los parques del sur de Chile, cumpliéndose los objetivos y aceptándose la hipótesis de trabajo. Por ello se hace indispensable fomentar las campañas de CONAF y MINSAL para la educación y conocimiento del potencial riesgo de contagio con esta enfermedad.

Emerge la importancia de las aves rapaces como controladores biológicos de plagas de roedores potenciales vectores de hantavirus debido al alto porcentaje que éstos representan en su dieta, minorizando entonces las posibilidades de contagio de esta enfermedad a la población humana.

Proyecciones

- Desarrollar una metodología que permita determinar si el roedor que formó parte de la presa del ave rapaz fue seropositivo.
- Expandir las áreas de estudio, abarcando una mayor área geográfica, en especial, hacia el sur.
- Divulgar la importancia de los Strigiformes en el control de roedores exóticos y reservorios del hantavirus, promoviendo la valoración y conservación de los Strigiformes.
- Divulgar los resultados obtenidos a turistas visitantes de las áreas del SNASPE en estudio, enfatizando las del sur del país, con el objetivo de promover las campañas que evitan el contagio con hantavirus dentro de Reservas y Parques Nacionales.

Bibliografía

Flores R. 2015. Hantavirus – Recursos de Virología, Departamento de Microbiología y Parasitología, Universidad Nacional Autónoma de México.

<http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/virologia/hantavirus.html>

Jaksic F, Lima M. 2003. Myths and facts on ratadas: bamboo blooms, rainfall peaks and rodent outbreaks in south America. *Ecología Austral* 28: 237-251.

Lobos G, Ferres M, Palma E. 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.



MINSAL-ISP. 2013. Guía clínica de prevención, diagnóstico y tratamiento del síndrome cardiopulmonar por Hantavirus.

Muñoz-Pedrerros A, Rutherford P, Gil C. 2007. Mapas de riesgo para hantavirus en el Parque Nacional Conguillio sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 80: 363-379.

Muñoz-Pedrerros A, Gil C, Yañez J, Rau J, Möller P. 2016. Trophic ecology of two raptors, barn owl (*Tyto alba*) and white-tailed kite (*Elanus leucurus*), and posible implications for biological control of hantavirus reservoir in Chile. *The Wilson Journal of Ornithology* 128: 391-403.

Murúa B, Navarrete C, Cádiz S, Figueroa M, Padula P, Zaror C, Mansilla G, González L, Muñoz-Pedrerros A. 2003. Síndrome pulmonar por Hantavirus: situación de los roedores reservorios y la población humana en la Décima Región, Chile. *Revista Médica de Chile* 131: 169-176.

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

Pavletic C. 2000. Hantavirus: Su distribución geográfica entre los roedores silvestres de Chile. *Revista Chilena de Infectología* 17: 186-196.

Redptah SM, Clarke R, Madders M, Thirgood SJ. 2001. Assessing raptor diet: Comparing pellets, prey remains, and observational data at Hen Harrier nests. *The Condor* 103: 184-188.

Reise D. 1973. Clave para la identificación de los cráneos de Marsupiales y Roedores Chilenos.

Rosenberg KV, Cooper RJ. 1990. Approaches to avian diet analysis. *Study Avian Biology* 13: 80-90.

Spotorno A, Palma E, Valladares JP. 2000. Biología de roedores reservorios de Hantavirus en Chile. *Revista Chilena de Infectología* 17: 197-210.

Zurita C, Erazo A, Opitz M, 2018. Sobreposición de dieta estacional de Tucúquere (*Bubo magellanicus*) y Lechuza Blanca (*Tyto alba*) mediante el estudio de egagrópilas en la Reserva Nacional Río Clarillo. *Biodiversidata: Conservación, gestión y manejo de áreas silvestres protegidas*. Boletín 6:, p 33-39.





Equipo de trabajo en el Parque Nacional Fray Jorge, Abril 2018.



Equipo de trabajo en la Reserva Nacional Las Chinchillas, abril 2018.





Equipo de Trabajo en la Reserva Nacional Lago Peñuelas, septiembre 2018.



Equipo de Trabajo en el Parque Nacional Villarrica, Mayo 2018.





Lechuza Blanca (*Tyto alba*) en el Parque Nacional Rio Clarillo, Septiembre 2018.



Tucúquere (*Bubo magellanicus*) en el Parque Nacional Fray Jorge, Abril 2018.





Cráneo de roedor encontrado al interior de una egagrópila de Lechuza Blanca.



Equipo de trabajo en la búsqueda de perchas de aves rapaces en el Parque Nacional Fray Jorge, abril 2018