

# Hantavirus: comprender el reservorio para prevenir la enfermedad

Cuando se diagnostica un caso de síndrome cardiopulmonar por hantavirus (SCPH), el proceso que culminó en esa infección comenzó mucho antes. La enfermedad en humanos representa el último eslabón de una cadena compleja de interacciones entre el ambiente, el reservorio silvestre, el virus y las actividades humanas. Comprender esa cadena resulta fundamental para anticipar situaciones de riesgo y orientar estrategias de prevención.

Desde la confirmación de los primeros casos de SCPH en la Argentina en 1995, se han identificado distintas regiones endémicas, caracterizadas por la circulación de diferentes genotipos de Orthohantavirus. Cada uno está asociado a una especie de roedor como reservorio principal, en todos los casos perteneciente a la subfamilia Sigmodontinae. En Patagonia, el agente etiológico es el virus Andes (AND), transmitido principalmente por el ratón colilargo (*Oligoryzomys longicaudatus*). Casi tres décadas de investigación indican que la presencia del reservorio es una condición necesaria para la circulación del virus, pero no suficiente para que ocurran casos humanos.

## El ambiente como determinante del riesgo

Las poblaciones de roedores responden a variaciones ambientales que modifican la disponibilidad de alimento y refugio. Entre los fenómenos más distintivos en Patagonia se encuentran las floraciones masivas de la caña colihue (*Chusquea culeou*), eventos que ocurren a intervalos de varias décadas, generan una producción masiva de semillas y pueden desencadenar aumentos extraordinarios y rápidos de la abundancia de especies granívoras. Durante años predominó la idea de que estos eventos multiplican el riesgo sanitario al promover incrementos poblacionales masivos de roedores (conocidos como "ratadas"). Sin embargo, el monitoreo sistemático ha permitido observar un escenario considerablemente más complejo.

La floración de 2000-2001 en el Parque Nacional Lanín (Neuquén) fue un caso de referencia para Patagonia. Durante este evento, una gran cantidad de semillas comenzó a madurar a partir del verano, la actividad reproductiva del reservorio aumentó y se extendió hacia el invierno, resultando en un incremento poblacional excepcional (1). Posteriormente, se registró una dispersión masiva de roedores hacia viviendas rurales, generando condiciones de mayor exposición de las personas al virus. Sin embargo, la experiencia acumulada sugiere que estos sistemas no siempre responden de la misma manera: floraciones posteriores en áreas relativamente cercanas produjeron respuestas más moderadas, incluso sin ratadas, probablemente condicionadas por sequías, perturbaciones volcánicas u otras variables climáticas y paisajísticas (2). En la floración de 2018-2019 en Villa La Angostura (Neuquén), aunque ocurrió un importante aumento poblacional y dispersión masiva de roedores hacia sectores periurbanos, no se registró un incremento de casos humanos (3). Estos episodios muestran que una floración no siempre resulta en una ratada, y que una ratada no implica necesariamente un aumento de casos de SCPH: el riesgo depende de la interacción simultánea de múltiples factores. La intervención coordinada entre instituciones, junto con la disponibilidad de información ecológica en tiempo real, permitió implementar de manera oportuna y exitosa medidas preventivas.

Más allá de los pulsos de recursos alimenticios, las modificaciones del hábitat constituyen otro determinante del riesgo que opera de manera continua. Los ambientes peridomésticos rurales (leñeras, galpones, gallineros y cobertizos) representan la interfaz crítica entre el ratón colilargo y las personas. Estudios en la zona cordillerana de Neuquén mostraron que el colilargo es la especie dominante en esos ambientes e, incluso, que la probabilidad de capturar un roedor infectado es aproximadamente el doble que en ambientes silvestres (4). La perturbación antrópica del ambiente reduce la diversidad local de roedores, favoreciendo la presencia del ratón colilargo. Esa simplificación de la comunidad puede tener implicancias epidemiológicas. En comunidades biodiversas, la presencia de especies que no son reservorios competentes del virus puede reducir la probabilidad de contacto entre individuos infectados y personas (efecto de dilución). Además, las construcciones peridomésticas favorecen condiciones que incrementan el riesgo: concentran excretas infecciosas, bloquean la radiación solar que inactiva el virus y reducen el área de acción de los roedores, favoreciendo una mayor exposición a partículas virales.

Varios estudios mostraron que la infección tampoco se distribuye homogéneamente dentro de las poblaciones de roedores. La estructura poblacional, el estado reproductivo, la movilidad y el uso del espacio de los roedores pueden influir significativamente en la dinámica de transmisión viral. En particular, los colilargos machos adultos de mayor tamaño presentan una mayor prevalencia de infección, probablemente como consecuencia de la transmisión horizontal del virus asociada a interacciones agresivas (5).

estrategias preventivas sustentadas en el monitoreo ecológico, la información de campo y la articulación institucional.

**Luciana Piudo** 

Dra. en Biología

Centro de Ecología Aplicada del Neuquén, Argentina.

## Integrar escalas y actores para la prevención

El SCPH, como otras enfermedades zoonóticas, requiere complementar la perspectiva clínica con el conocimiento ecológico y ambiental. El clima, la vegetación, las comunidades de roedores y las características de los espacios habitados interactúan en distintas escalas, y la prevención efectiva requiere integrar esa información. El monitoreo de las poblaciones del reservorio, especialmente durante condiciones climáticas o ambientales favorables, permite anticipar períodos de mayor riesgo y orientar oportunamente la comunicación en salud pública y la prevención.

La experiencia del trabajo interinstitucional durante la floración de la caña colihue de 2018-2019 en Villa La Angostura mostró que la generación oportuna de información facilitó la coordinación entre organismos de salud, municipios, áreas protegidas e instituciones científicas. Además, fortaleció la comunicación del riesgo y permitió implementar medidas preventivas dirigidas a la interfaz de exposición, como campañas focalizadas en tiempo y espacio, la promoción de barreras para impedir el ingreso de roedores a las viviendas en áreas críticas y la restricción temporal del acceso a senderos, playas y otros sitios recreativos. Estas acciones contribuyeron a reducir las oportunidades de exposición humana al virus.

El hantavirus constituye un ejemplo de los desafíos que plantea la interfaz entre salud humana, salud animal y ambiente. Desde esta perspectiva, el enfoque Una Salud trasciende el plano conceptual para convertirse en una estrategia operativa. La historia del SCPH no comienza con la infección de una persona: comienza en los ecosistemas donde interactúan el clima, la vegetación, los roedores y las actividades humanas. Comprender esas interacciones permite avanzar desde respuestas predominantemente reactivas frente a los brotes hacia

## Referencias

1. Sage, RD., Pearson, OP., Sanguinetti, J. & Pearson, AK. 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
2. Milesi FA, ML Guichón, MJ Monteverde, L Piudo and J Sanguinetti. 2017. Ecological consequences of an unusual simultaneous masting of *Araucaria araucana* and *Chusquea culeou* in North-West Patagonia, Argentina. Austral Ecology. Wiley Blackwell Publishing, Inc; Austral Ecology; 42; 6; 9-2017; 711-722
3. Piudo, L; MJ Monteverde; FA Milesi; ML Guichón; MC Sagario; A González; MV Rago. 2020. Efecto de la floración masiva de la Caña colihue sobre la dinámica del sistema roedorhantavirus en el sur de la provincia del Neuquén. CEAN/CONICET. Siete informes de avance parciales (abril 2019–marzo 2020).
4. Piudo L., Monteverde M., R. Susan Walker, and Richard J. Douglass. 2011. Rodent Community Structure and Andes Virus Infection in Sylvan and Peridomestic Habitats in Northwestern Patagonia, Argentina. doi:10.1089/vbz.2009.0242. Vector borne and zoonotic diseases. 11(3): 315-324
5. Piudo L., Monteverde M., R. Susan Walker, and Richard J. Douglass. 2012. Características de *Oligoryzomys longicaudatus* asociadas a la presencia del virus Andes (Hantavirus). Revista Chilena de infectología 29(2) 200-206.



Esta obra está bajo la licencia Creative Commons Atribución -No Comercial- Compartir Igual 4.0 Internacional - Permite que los artículos se puedan compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) y adaptar (remezclar, transformar y crear a partir del material otra obra) siempre que se cite la autoría y la fuente original de su publicación (revista, editorial y URL de la obra), no sean utilizados para fines comerciales y se respeten los mismos términos de esta licencia.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

# Hantavirus: Understanding the Reservoir to Prevent the Disease

When a case of hantavirus cardiopulmonary syndrome (HCPS) is diagnosed, the process that led to that infection began much earlier. Disease in humans represents the final link in a complex chain of interactions between the environment, the wildlife reservoir, the virus, and human activities. Understanding this chain is essential for anticipating risky situations and guiding prevention strategies.

Since the first cases of HCPS were identified in Argentina in 1995, various endemic regions have been identified, characterized by the circulation of different Orthohantavirus genotypes. Each is associated with a rodent species as its primary reservoir, all of which belong to the Sigmodontinae subfamily. In Patagonia, the causative agent is the Andes virus (AND), transmitted primarily by the long-tailed mouse (*Oligoryzomys longicaudatus*). Nearly three decades of research indicate that the presence of a reservoir is a necessary condition for the virus to circulate, but not sufficient for human cases to occur.

## The Environment as a Risk Factor

Rodent populations respond to environmental changes that affect the availability of food and shelter. Among the most distinctive phenomena in Patagonia are the massive blooms of the colihue reed (*Chusquea culeou*), events that occur at intervals of several decades, generate a massive production of seeds, and can trigger extraordinary and rapid increases in the abundance of seed-eating species. For years, the prevailing view was that these events increase health risks by causing massive population surges of rodents (known as “rat infestations”, or “*ratadas*” in local Spanish). However, systematic monitoring has revealed a considerably more complex situation.

The 2000–2001 flowering season in Lanín National Park (Neuquén) served as a benchmark for Patagonia. During this event, a large number of seeds began to ripen starting in the summer. Reproductive activity in the reservoir increased and continued into the winter, resulting in an exceptional population increase (1). Subsequently, there was a massive migration of rodents into rural homes, leading to conditions that increased people’s exposure to the virus. However, accumulated experience suggests that these systems do not always respond in the same way: subsequent blooms in relatively nearby areas produced more moderate responses—even without rat infestations—likely due to droughts, volcanic disturbances, or other climatic and landscape variables (2). During the 2018–2019 flowering season in Villa La Angostura (Neuquén), although there was a significant increase in the rodent population and a massive dispersal of rodents into peri-urban areas, no increase in human cases was reported (3). These episodes show that flowering does not always result in a rat infestation, and that a rat infestation does not necessarily lead to an increase in cases of HCPS: the risk depends on the simultaneous interaction of multiple factors. Coordinated action among institutions, combined with the availability of real-time ecological data, made it possible to implement preventive measures in a timely and successful manner.

Beyond fluctuations in food resources, changes in the habitat are another risk factor that operates continuously. Rural peridomestic environments (wood sheds, barns, chicken coops, and sheds) represent the critical interface between the long-tailed mouse and humans. Studies in the mountainous region of Neuquén showed that the long-tailed mouse is the dominant species in those environments and that the probability of capturing an infected rodent is approximately twice as high as in wild environments (4). Human-induced disturbance of the environment reduces local rodent diversity, favoring the presence of the long-tailed mouse. This oversimplification of the community may have epidemiological implications. In biodiverse communities, the presence of species that are not competent reservoirs for the virus can reduce the likelihood of contact between infected individuals and people (dilution effect). In addition, peridomestic structures promote conditions that increase the risk: they concentrate infectious excreta, block solar radiation that inactivates the virus, and reduce the range of movement for rodents, leading to greater exposure to viral particles.

Several studies have shown that the infection is not evenly distributed within rodent populations either. The population structure, reproductive status, mobility, and spatial use of rodents can significantly influence the dynamics of viral transmission. In particular, larger adult male long-tailed mice have a higher prevalence of infection, likely as a result of horizontal transmission of the virus associated with aggressive interactions (5).

strategies based on ecological monitoring, field data, and institutional coordination.

**Luciana Piudo** 

Ph.D. in Biology

Centro de Ecología Aplicada del Neuquén, (Neuquén Center for Applied Ecology), Argentina

## Bringing Together Different Scales and Stakeholders for Prevention

Like other zoonotic diseases, HCPS requires that the clinical perspective be supplemented with ecological and environmental knowledge. Climate, vegetation, rodent populations and the characteristics of inhabited areas interact at different scales, and effective prevention requires integrating this information. Monitoring reservoir populations –especially during favorable weather or environmental conditions– makes it possible to anticipate periods of increased risk and to guide public health communication and prevention efforts in a timely manner.

The experience of interagency collaboration during the 2018–2019 colihue reed flowering season in Villa La Angostura showed that the timely generation of information facilitated coordination among health agencies, municipalities, protected areas, and scientific institutions. In addition, it strengthened risk communication and enabled the implementation of preventive measures targeting the exposure interface, such as campaigns focused on specific times and locations, the promotion of barriers to prevent rodents from entering homes in critical areas, and the temporary restriction of access to trails, beaches, and other recreational sites. These measures helped reduce opportunities for human exposure to the virus.

Hantavirus is an example of the challenges posed by the intersection of human health, animal health, and the environment. From this perspective, the One Health (“*Una Salud*”) approach goes beyond the conceptual level to become an operational strategy. The history of HCPS does not begin with a person becoming infected; it begins in ecosystems where climate, vegetation, rodents, and human activities interact. Understanding these interactions allows us to move beyond predominantly reactive responses to outbreaks toward preventive

## Referencias

1. Sage, RD., Pearson, OP., Sanguinetti, J. & Pearson, AK. 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
2. Milesi FA, ML Guichón, MJ Monteverde, L Piudo and J Sanguinetti. 2017. Ecological consequences of an unusual simultaneous masting of *Araucaria araucana* and *Chusquea culeou* in North-West Patagonia, Argentina. Austral Ecology. Wiley Blackwell Publishing, Inc; Austral Ecology; 42; 6; 9-2017; 711-722
3. Piudo, L; MJ Monteverde; FA Milesi; ML Guichón; MC Sagario; A González; MV Rago. 2020. Efecto de la floración masiva de la Caña colihue sobre la dinámica del sistema roedorhantavirus en el sur de la provincia del Neuquén (*Effect of the Massive Flowering of the Colihue Reed on the Dynamics of the Rodent-Hantavirus System in the Southern Part of the Province of Neuquén*). CEAN/CONICET. Seven interim progress reports (April 2019–March 2020).
4. Piudo L., Monteverde M., R. Susan Walker, and Richard J. Douglass. 2011. Rodent Community Structure and Andes Virus Infection in Sylvan and Peridomestic Habitats in Northwestern Patagonia, Argentina. doi:10.1089/vbz.2009.0242. Vector borne and zoonotic diseases. 11(3): 315-324
5. Piudo L., Monteverde M., R. Susan Walker, and Richard J. Douglass. 2012. Características de *Oligoryzomys longicaudatus* asociadas a la presencia del virus Andes (Hantavirus) (*Characteristics of Oligoryzomys longicaudatus Associated with the Presence of the Andes Virus (Hantavirus)*). Revista Chilena de infectología 29(2) 200-206.



Esta obra está bajo la licencia Creative Commons Atribución -No Comercial- Compartir Igual 4.0 Internacional - Permite que los artículos se puedan compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) y adaptar (remezclar, transformar y crear a partir del material otra obra) siempre que se cite la autoría y la fuente original de su publicación (revista, editorial y URL de la obra), no sean utilizados para fines comerciales y se respeten los mismos términos de esta licencia.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>