

Sección: Comunicación corta

Vacunación con EG95 contra la equinocosis quística ovina en la provincia de Río Negro: análisis de 12 años de trabajo

Artículo de Labanchi JL, Mujica G, Araya D, Poggio VT, Gutiérrez A, Grizmodo C, Calabro A, Crowley P, Arezo M, Seleiman M, Herrero E, Sepulveda L, Talmon G, Diaz O, Larrieu E

CIENCIA VETERINARIA, Vol. 24, Nº 2 (2022) ISSN 1515-1883 (impreso) E-ISSN 1853-8495 (en línea)

DOI: <http://dx.doi.org/10.19137/cienvet20224209>

Vacunación con EG95 contra la equinocosis quística ovina en la provincia de Río Negro: análisis de 12 años de trabajo

Vaccination with EG95 against ovine cystic echinococcosis in the province of Río Negro: analysis of 12 years of work

Vacinação com EG95 contra a equinococose cística ovina na província de Río Negro: análise de 12 anos de trabalho

Labanchi JL^{1,4}, Mujica G¹, Araya D¹, Poggio VT², Gutiérrez A³, Grizmodo C¹, Calabro A¹, Crowley P⁴, Arezo M¹, Seleiman M¹, Herrero E¹, Sepulveda L¹, Talmon G¹, Diaz O¹, Larrieu E^{4,5}

1 Coordinación de Salud Ambiental, Ministerio de Salud de la Provincia de Río Negro, Viedma, Argentina

2 Instituto de Ciencia y Técnica CT Milstein-CONICET, Buenos Aires, Argentina

3 Instituto Nacional de Microbiología "ANLIS-MALBRAN", Buenos Aires, Argentina

4 Escuela de Veterinaria, Universidad Nacional de Río Negro, Choele Choel, Argentina

5 Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Pampa, General Pico, Argentina

Correo electrónico: ejlarrieu@hotmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.19137/cienvet20224209>

Fecha de recepción del artículo: 23/06/2022

Fecha de aprobado para su publicación: 18/08/2022

RESUMEN

Equinocosis quística (EQ) es una enfermedad zoonótica causada por el estadio larval del complejo *Echinococcus granulosus sensu lato*. En el año 2009 en la Provincia de Río Negro se agregó la vacunación



Esta obra se publica bajo licencia Creative Commons 4.0 Internacional. (Atribución-No Comercial-Compartir Igual) a menos que se indique lo contrario. <http://www.creativecommons.org.ar/licencias.html>

de corderos con EG95, la desparasitación de perros con praziquantel lográndose disminuir la prevalencia de la infección en los diferentes hospederos. Sin embargo, los estudios de impacto señalaron la necesidad de mejorar la comprensión de la epidemiología local.

Objetivo: identificar causas que pueden generar aun infección en los perros

Materiales y métodos: se determinó la prevalencia de EQ en caprinos y ovinos adultos mediante necropsia y por serología (ELISA). El análisis epidemiológico se completó con una encuesta a los productores sobre hábitos de faena para consumo.

Resultados: Mediante serología, las diferencias en la tasa de infección entre ovinos vacunados y no vacunados resulto significativa ($p=0.0004$); entre ovinos no vacunados y cabras no vacunadas resulto significativa ($p= 0.0013$) y entre ovejas vacunadas y cabras no vacunadas resultaron no significativas ($p= 0.254$). Mediante necropsia las diferencias en la tasa de infección entre ovinos vacunados y no vacunados resulto significativa ($p=0.0016$); entre ovinos no vacunados y cabras no vacunadas resulto significativa ($p= 0.0016$ y entre ovejas vacunadas y cabras no vacunadas resultaron no significativas ($p= 0.23$). El relevamiento de la faena de animales para consumo en 41 productores mostro que 21 faenan en promedio 18 cabras mensuales y entre 36 faenan 35 ovejas viejas mensuales.

Conclusión: El diseño y la implementación del programa resultaron costo – efectivas, en tanto ha podido sostenerse a través del tiempo demostrando impacto en la disminución de la prevalencia en los distintos hospedadores.

Palabras clave: Equinococosis, Ovinos, Vacuna, Epidemiología

ABSTRACT

Cystic echinococcosis (CE) is a zoonosis caused by species of the complex *Echinococcus granulosus*, *sensu lato* in their larval stage. It is an endemic disease in the province of Río Negro, where lamb vaccination with EG95 was incorporated in 2009 with very good results: in fact, it contributed to a significant drop in prevalence of infection in diverse hosts. However, impact studies have revealed the need to improve understanding of local epidemiology. The objective was to identify causes which can still generate infection in dogs. In indigenous reserves comprised within the area of lamb vaccination with 3 doses of EG95, prevalence in adult caprines and ovines was determined by necropsy and serology (ELISA). Through serology, infection rates in vaccinated and non-vaccinated ovines were significantly different

($p= 0.0004$), as well as between non-vaccinated ovines and goats ($p= 0.0013$); on the other hand, infection rate differences between vaccinated sheep and non-vaccinated goats turned out non-significant ($p= 0.254$). Through necropsy, such difference between vaccinated and non-vaccinated ovines turned out significant ($p= 0.0016$); between non-vaccinated ovines and non-vaccinated goats, it proved non-significant ($p= 0.23$). With reference to epidemiology and control along the period 2018- 2022, vaccination strategy was maintained, and 2 extra deworming tasks were introduced, performed by the vaccination team. Assessment of animal slaughter for consumption in 41 producers showed that 21 of them slaughter a monthly average of 18 goats, and 36 in all slaughter 35 old sheep. Design and implementation of programme resulted cost-effective, since it was possible to maintain them over time, with clear impact on prevalence decrease in diverse hosts.

Key words: Echinococcosis, Epidemiology, Vaccine, Sheep

RESUMO

A equinococose cística (EQ) é uma zoonose causada pela fase larval do complexo *Echinococcus granulosus sensu lato*. Em 2009, na Província de Rio Negro, foram adicionadas a vacinação de cordeiros com EG95 e a desparasitação de cães com praziquantel, obtendo-se uma redução na prevalência da infecção nos diferentes hospedeiros. No entanto, os estudos de impacto apontaram para a necessidade de melhorar o entendimento da epidemiologia local.

Objetivo: identificar causas que ainda podem gerar infecção em cães.

Materiais e métodos: a prevalência de EQ em caprinos e ovinos adultos foi determinada por necropsia e por sorologia (ELISA). A análise epidemiológica foi completada com um levantamento dos produtores sobre os hábitos de abate para consumo.

Resultados: Por sorologia, as diferenças na taxa de infecção entre ovinos vacinados e não vacinados foram significativas ($p=0,0004$); entre ovinos não vacinados e caprinos não vacinados foi significativo ($p= 0,0013$) e entre ovinos vacinados e caprinos não vacinados não foi significativo ($p= 0,254$). Pela necropsia, as diferenças na taxa de infecção entre ovinos vacinados e não vacinados foram significativas ($p=0,0016$); entre ovinos não vacinados e caprinos não vacinados foi significativa ($p= 0,0016$ e entre ovinos vacinados e caprinos não vacinados não foi significativa ($p= 0,23$). O levantamento do abate de animais para consumo em 41 produtores mostrou que 21 abates

em média 18 cabras mensais e entre 36 abatem 35 ovelhas velhas mensalmente.

Conclusão: O desenho e a implementação do programa foram custo-efetivos, pois se manteve ao longo do tempo, mostrando impacto na diminuição da prevalência em diferentes acolhimentos.

Palavras-chave: Equinococose, Ovinos, Vacina, Epidemiologia

Introducción

La Equinococosis quística (EQ) es una zoonosis parasitaria causada por el cestode *Echinococcus granulosus sensu lato*, de alta prevalencia en Argentina, Chile, Uruguay, Perú y sur de Brasil. La forma adulta o estrobilar del parásito se localiza en las vellosidades intestinales del perro y otros cánidos, mientras que la forma larval se localiza en vísceras (hígado y pulmón habitualmente) de ovejas, cabras, otros ungulados y el hombre, formando quistes hidatídicos que se desarrollan y lesionan la víscera parasitada ^(1,2)

En la Provincia de Río Negro la enfermedad es endémica, razón por la cual desde 1980 se mantiene un programa de control basado en la desparasitación de perros con praziquantel (PZQ), por vía oral a la dosis de 5 mg/Kg, actividad efectuada por agentes sanitarios en sus visitas domiciliarias sobre un área endémica total de 120113 km² ^(1,3).

A pesar de haberse logrado fuertes disminuciones en la prevalencia de la enfermedad en las personas ^(3,4), en algunas áreas rurales con predominio de población mapuche se mantenía la aparición de nuevos casos en niños, razón por la cual en el año 2009 se incorporó en ellas la vacunación de corderos con la vacuna EG95 (inicialmente donada por la Universidad de Melbourne, Australia y desde 2018 adquirida al laboratorio TECNOVAX de Argentina), en un área de 1054 km².

Los corderos recibieron dos dosis iniciales de vacuna (la primera a los 30 días de edad y la segunda a los 60 días de edad) y una dosis de refuerzo a los aproximadamente 1 a 1.5 años). Los corderos nacidos en los años siguientes se sometieron a los mismos tratamientos de vacunación, mientras los perros continuaron siendo desparasitados con PZQ ^(5,6).

En el diseño de la actividad se decidió asumir el riesgo de la no vacunación de caprinos (*Capra hircus*) por la necesidad de simplificar y minimizar los requerimientos operativos y costos de las campañas de vacunación para asegurar su sostenibilidad y su financiamiento por el Estado, hasta el completo reemplazo de la majada ovina inicial y su reemplazo por un 100% de ovinos libres de infección. Considerando

para ello que las actividades son complejas en términos de recursos humanos y económicos requeridos para efectuarlas en áreas geográficas remotas y de difícil acceso. Asimismo, se consideraron comentarios de los productores sobre la rareza de la observación de quistes hidatídicos en vísceras caprinas al ser faenados para consumo, en comparación con los ovinos.

Desde sus inicios se alcanzaron coberturas de vacunación en un rango de 68%/95% en la primera dosis, 43%/88% en la segunda y 71%/96% en la tercera ⁽⁵⁾, siendo las dificultades en las comunicaciones radiales con los productores informando la fecha de visita del equipo de vacunación y dificultades de los productores para encerrar y/o mantener encerrados sus animales por las muy pobres instalaciones disponibles las causas de las limitadas coberturas. A pesar de ello se logro disminuir significativamente la oferta de quistes hidatídicos de los ovinos a los perros: antes de la introducción de la vacuna el 62.1% de los ovinos de 6 o más años de edad eran positivos a la necropsia, disminuyendo la proporción a 21.1% en 5 años de trabajo. Asimismo, disminuyo el número de quistes por animal de 1.4 a 0.3, resultando todos los quistes pequeños (<1 cm) e infértiles (salvo 1); mientras que el número de productores con animales infectados disminuyo de 94.7% al 23.5% ^(5,6)

Un nuevo estudio de impacto se efectuó luego de 8 años de trabajo para identificar la evolución de la infección en los perros ⁽⁶⁾, encontrándose 4 perros con *E. granulosus s.l.* identificados mediante el test de arecolina, de los cuales 1 en la reserva indígena de Anecon Grande era propiedad de un productor que sólo posee cabras, pero compra ovinos de más de 6 años de edad a vecinos para faena y consumo.

El presente estudio, transcurridos 12 años de vacunación, tiene como objetivo mejorar la comprensión de la epidemiología de la enfermedad en el área de trabajo identificando factores de riesgo que puedan actuar manteniendo la transmisión al perro y al hombre.

Materiales y métodos

- Área de trabajo: comprende las reservas indígenas de Anecon Grande, Río Chico Abajo Nahuel Pan y Mamuel Choique en la Provincia de Río Negro, Argentina (latitud y longitud -41.3215 -70.2742; -41.7098 -70.4761; -41.9004 -71.4932 y -41.7719 -70.1368, respectivamente). Inicialmente se identificaban 58 productores propietarios en total de 3898 ovinos, 3934 caprinos y 221 perros. En el área no existen salas de faena de lanarres (el más cercano se encuentra a 300 km) o de caprinos (no hay ninguno en la Provincia de Río Negro). El área de trabajo

se caracteriza por las dificultades geográficas para acceder a la misma, clima con fríos extremos y nieve en invierno y bajas condiciones sociales y económicas de los productores.

- Diagnóstico inmunológico: se obtuvieron 10 cc. de sangre de ovinos y caprinos de más de 6 años de edad seleccionados aleatoriamente en la zona de vacunación. El suero obtenido por centrifugación se mantuvo en freezer a -20°C . En laboratorio fueron procesadas con la técnica de ELISA descripta por Sykes y col (2021) ⁽⁷⁾, basada en el uso del antígeno rEgAgB8/2, para detección de anticuerpos contra *E. granulosus*.
- Diagnóstico mediante necropsia: las vísceras de caprinos adultos no vacunados faenados por sus propietarios para consumo personal se inspeccionaron por palpación, visualización directa y cortes seriados. Los ovinos vacunados con EG95 habían sido estudiados por necropsia como parte de la evaluación del impacto de la vacuna EG95 ⁽⁶⁾. Cada 2 cm.
- Epidemiología y control: En el periodo 2018-2022 se sostuvo la estrategia de vacunación con tres dosis de EG95 en corderos, iniciada en 2009. En 2018 además, se sumaron a las desparasitaciones efectuadas regularmente por los agentes sanitarios, 2 desparasitaciones extras con PZQ a la dosis de 5 mg/kg utilizando comprimidos de 50 mg o 100 mg efectuadas en cada uno de los dos operativos anuales de vacunación, por profesionales veterinarios, asegurando la ingestión de los comprimidos por los perros, mediante el agregado de pate para mejorar la mala palatabilidad del PZQ. Asimismo, se amplió la zona de trabajo iniciándose un esquema de vacunación a 5 productores de El Caín, Maquinchao (latitud -41.5053 longitud -68.6078). En 2022 se efectuó un relevamiento entre los productores para estimar el volumen mensual de animales faenados de cada especie para identificar la oferta potencial de vísceras para los perros. Se analizaron también los resultados de la vacunación y la desparasitación efectuadas en el periodo 2018-2022 (enero).
- Análisis estadístico: las estimaciones de prevalencia, intervalos de confianza del 95% y test de chi cuadrado se efectuaron con el software EPIDAT (Xunta de Galicia) 3.2.

Resultados

- Serología en ovinos y caprinos: el diagnóstico original en ovinos en 2009 mostro que de 62 ovinos no vacunados con EG95 resultaron 38 positivos (61.3% IC95% 48.4-74.2). En 2020 se estudiaron 20 ovinos vacunados, resultando 5 positivos (25.0%

IC95% 8.6-49.1) y 46 cabras no vacunadas detectándose 14 positivas (30.4% IC95% 16.1-44.8). Las diferencias en la tasa de infección entre ovinos vacunados y no vacunados resulto significativa ($p=0.0004$); la diferencia entre ovinos no vacunados y cabras no vacunadas resulto significativa ($p=0.0013$). Finalmente, las diferencias entre ovejas vacunadas y cabras no vacunadas resultaron no significativas ($p=0.254$).

- Necropsia en ovinos y caprinos: En 2009 se efectuaron 66 necropsias en ovinos adultos no vacunados resultando 41 positivos (62.1% IC95% 49.6-74.5), mientras que en 2015 se efectuaron 19 necropsias de ovinos vacunados, resultando 4 positivos (21.1% IC95% 6.1-41.5). En 2020 se efectuaron 14 necropsias de caprinos no vacunados, resultando 1 positiva (7.1% IC95% 0.2-33.8), siendo un quiste de pulmón de menos de 1 cm, no fértil el cual no pudo ser secuenciado. Las diferencias en la tasa de infección entre ovinos vacunados y no vacunados resulto significativa ($p=0.0016$); la diferencia entre ovinos no vacunados y cabras no vacunadas resulto significativa ($p=0.0016$). Finalmente, las diferencias entre ovejas vacunadas y cabras no vacunadas resultaron no significativas ($p=0.23$).

En los 6 quistes de oveja, se identificó como especie infectiva a *E. granulosus* s.s (genotipo G1).

- Epidemiología y control: Entre 2009 y 2017 se aplicaron 29975 dosis de vacuna EG95, correspondiendo 13049 a la dosis 1, 10979 a la dosis 2 y 5947 a la dosis 3, con coberturas de 83.5%, 80.1% y 85.7 respectivamente. En el periodo 2018-2022, por su parte, se sostuvieron los esquemas de vacunación aplicándose 19257 dosis de vacuna (8383 dosis 1, 5926 dosis 2 y 4948 dosis 3, con coberturas de 90.1%, 63.2% y 85.6% respectivamente, en un universo fluctuante entre 2501 corderos en 2018 y 1494 en 2022, disminución de animales causada por una prolongada sequía. (Tabla 1).

En total el equipo veterinario aplico 49232 dosis de vacuna y efectuó 1944 desparasitaciones de perros.

El relevamiento de la faena de animales para consumo en 41 productores entrevistados mostro que 21 faenan en promedio 18 cabras mensuales y entre 36 faenan 35 ovejas viejas mensuales. En total la faena mensual alcanza a 53 animales a cuyas vísceras pueden acceder los perros.

Tabla 1. Vacunación de corderos con EG95 y desparasitación de perros con PZQ, Provincia de Río Negro, 2009-2022

Periodo	Dosis 1* (%)**	Dosis 2* (%)**	Dosis 3* (%)**	Total dosis	Desp.de Perros***
2009/2017	13049 (83.5)	10979 (80.1)	5947 (86.5)	29975	
2018/2022	8383 (89.7)	5926 (51.2)	4948 (80.3)	19257	1944
Río Chico abajo	4469	3097	2782	10348	1232
Nahuel Pan	318	271	162	751	376
Mamuel Choique	390	392	222	1004	32
Anecon Grande	2139	1815	1347	5301	224
El Cain	1067	351	415	1853	80
Total	21432	16905	10895	49232	1944

*Número de dosis que recibieron los corderos, ** porcentaje de corderos que recibieron la dosis, ***número de veces que los perros que recibieron PZQ en boca por el equipo veterinario

Discusión

La selección de la estrategia a aplicarse en un programa de control de zoonosis requiere la consideración de varios aspectos, entre ellos la evidencia científica que la sustente y evaluaciones de costo – impacto ⁽⁸⁾.

Esto es particularmente significativo en EQ en tanto desde que se pone en marcha el control, ya sea desparasitación de perros con PZQ o vacunación de ovinos con EG95 o la combinación de ambos, existe una masa ovina infectada de entre el 20% y el 50% en zonas altamente endémicas que aseguran la supervivencia del parásito hasta que sea reemplazada la majada por animales libres de infección nacidos después de la puesta en marcha del programa ⁽⁹⁾.

Ello implica un trabajo continuo y sostenido con una cobertura del 100% de entre 8 y 10 años según la longevidad de los ovinos en el área de trabajo dada entre otras cosas por el desgaste dentario causado por el consumo de pastos duros que suelen ser abundantes en esas áreas. Coberturas menores al 100%, prolongaran el tiempo requerido para la eliminación de la transmisión, lo cual ha sido ampliamente estimado en modelos matemáticos. ⁽¹⁰⁾

De tal manera, el análisis de la relación costo-impacto es importante para un programa que debe ser sostenido no menos de 10 años, en países donde los recursos y la infraestructura sanitaria son escasos,

las condiciones socioeconómicas son bajas y las variaciones en las políticas públicas, frecuentes.

La vacunación con EG95 requiere de la compra anual de vacunas, equipamiento y otros insumos, además de incluir gastos elevados para su aplicación (disponibilidad de vehículos, combustible y gastos de personal que incluyen costos en viáticos y horas de trabajo).

Pueden seleccionarse distintas opciones de vacunación que impliquen distintos costos, tal como solo 3 dosis a corderos, refuerzos posteriores anuales o cada dos años o vacunación de toda la majada; también puede seleccionarse la combinación con PZQ a distinta frecuencia y considerar las especies animales a ser incluidas en función de la epidemiología local.

En este sentido, la evidencia científica de estas opciones en trabajos de campo es muy limitada, con reportes de los efectos de la aplicación de 3 dosis en un programa continuo y de largo plazo en la Provincia de Río Negro, mejora en la respuesta inmune con refuerzos luego de las tres dosis a corderos y fuerte impacto en la disminución de la prevalencia cuando las coberturas son del 100% con revacunación anual de corderos como en Marruecos^(6,11-12)

El programa de Río Negro decidió aplicar una estrategia de mínimos costos con posibilidades técnicas de tener, a pesar de ello, impacto positivo en un territorio donde ya se aplicaba PZQ. Esta estrategia requiere solo 2 intervenciones anuales en terreno, incluyendo una vigilancia intensiva / investigación operativa para monitorear el impacto en los diversos hospedadores y evaluar las posibles fallas en el control.

El análisis de datos confirma que la estrategia elegida pudo ser sostenida hasta el momento durante 12 años siendo efectiva en bajar las tasas de infección y en llevar el número de casos nuevos en niños a cero.⁽⁶⁾ Las cabras no vacunadas presentaron prevalencias que no difieren significativamente de las ovejas vacunadas y son significativamente menores que las prevalencias de las ovejas no vacunadas, por lo que podría considerársela un huésped secundario en la zona de vacunación.

Asimismo, las diferencias entre ovejas vacunadas y no vacunadas a 12 años de iniciado el programa, confirman la efectividad de la vacunación con EG95 para disminuir la infección en los ovinos^(5,6,12)

En el control de la EQ la suspensión de los programas o su finalización luego de años insuficientes de ataque y sin alcanzarse la eliminación implica la pérdida en corto plazo de los eventuales logros alcanzados en la disminución de la transmisión (experiencias de los programas de SAIS Tupac en Perú y en la Región XI en Chile) además

de la pérdida de credibilidad ante las comunidades afectadas ⁽¹⁾. Esta situación ha podido evitarse en la Provincia de Río Negro.

La infección en los perros en el programa de vacunación podría ser causada por: limitaciones en las coberturas de vacunación (generadas por la pobre infraestructura rural para encerrar los animales al momento de la vacunación, limitaciones severas en las comunicaciones con las comunidades indígenas para informar los días de vacunación y por no encontrarse a los productores en sus campos al trasladar estos sus animales a inaccesibles campos de veranada antes de la fecha de la segunda dosis) que impide que todas las ovejas sean completamente inmunizadas por haber recibido menos de 3 dosis o recibir alguna de ellas tardíamente.

También pueden señalarse factores de riesgo asociados a la epidemiología local y no inherentes a la vacunación tal como adquisición por parte de los productores del área de vacunación de ovinos viejos infectados en zonas externas al área de vacunación, capacidad de los perros de deambular y alimentarse con achuras fuera de la zona de vacunación y la elevada faena mensual de animales viejos para consumo, alguno de los cuales pueden presentar infecciones residuales incluyendo ovinos insuficientemente inmunizados o caprinos no vacunados.

Si bien la transmisión local en la zona de vacunación es mantenida por el ciclo oveja-perro, con abundancia de circulación de genotipo G1, el análisis epidemiológico no permite su extrapolación a otras regiones con otras particularidades productivas, epidemiológicas y geográficas. Por ejemplo, en la Provincia de Neuquén se ha descrito la importancia de la producción caprina con circulación intensa de la especie *E. canadensis* genotipo G6 lo mismo que en la Provincia de Mendoza o en Perú. ^(13,15)

De tal forma podría considerarse que el diseño y la implementación de la vacunación en reservas indígenas resultaron costo – efectivas, en tanto ha podido demostrarse disminución de la prevalencia en los distintos hospedadores y logrado sostenerlo a través del tiempo.

Referencias

1. Larrieu E, Zanini F. Critical analysis of the strategies to control cystic echinococcosis and the use of praziquantel in South America: 1980 – 2009. *Rev. Panam. Salud Pública.* 2012; 31,81-73.
2. Pavletic, CF, Larrieu E, Guarnera EA, Casas N, et al. Cystic echinococcosis in South America: a call for action. *Rev. Panam. Salud Publica.* 2017; 21,41:e42.
3. Mujica G, Uchiumi L, Araya D, Salvitti JC, et al. Diagnosis, Treatment, Surveillance and Control of Cystic echinococcosis in the Province of Rio Negro: “One-Health” Model. *Parasitologia.* 2021; (4): 177-187.
4. Larrieu E, Uchiumi L, Salvitti JC, Sobrino M, Panomarenko O, et al. Epidemiology, diagnosis, treatment and follow up of cystic echinococcosis in asymptomatic carriers. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 2019; 113(2),74-80.
5. Larrieu E, Mujica G, Gaucci C, Vizcaychipi K, Poggio TV, et al. Pilot field trial of the EG95 vaccine against ovine cystic echinococcosis in Rio Negro, Argentina: second study of impact. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2015; e0004134, 1:10.
6. Larrieu E, Mujica G, Araya D, Labanchi JL, Herrero E, et al. Pilot field trial of the EG95 vaccine against ovine cystic echinococcosis in Rio Negro, Argentina: 8 years of work. 2018; *Acta Trop.* 18,191:1-7.
7. Sykes AI, Larrieu E, Poggio TV, Céspedes G, Mujica G, et al. Modelling diagnostics for *Echinococcus granulosus* surveillance in sheep using Latent Class Analysis: Argentina as a case study. *One Health* 2021; 4,14:100359.
8. Larrieu E. Manual de Epidemiología y Salud Pública Veterinaria. Editorial UNRN, Rio Negro, Argentina. 2021.
9. Larrieu E, Gavidia CM, Lightowlers MW. Control of cystic echinococcosis: Background and prospects. *Zoonoses Public. Health.* 2019; 66(8): 889-899.
10. Torgerson PR. Mathematical models for the control of cystic echinococcosis. *Parasitology Int.* 2006; 55: 253-8.
11. Poggio TV, Jensen O, Mossello M, Iriarte J, Avila HG, et al. Serology and longevity of immunity against *Echinococcus granulosus* in sheep and llama induced by an oil-based EG95 vaccine. *Parasite Immunol.* 2016; 38(8),496-502.
12. Amarir F, Rhalem A, Sadak A, Raes M, Oukessou M, et al. Control of cystic echinococcosis in the Middle Atlas, Morocco: Field evaluation of the EG95 vaccine in sheep and cesticide treatment in dogs. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2021; 15(3),e0009253.
13. Sanchez L, Mayta H, Jara LM, Verástegui M, Gilman RH, et al. *Echinococcus granulosus sensu stricto* and *E. canadensis* are distributed in livestock of highly endemic area in the Peruvian highlands. *Acta Trop.* 2022; 225,106178.
14. Soriano SV, Pierangeli NB, Pianciola L, Mazzeo M, Lazzarini LE, Molecular characterization of *Echinococcus* isolates indicates goats as reservoir for *Echinococcus canadensis* G6 genotype in Neuquén, Patagonia Argentina. *Parasitol. Int.* 2006; 59(4),626-8.
15. Cucher MA, Macchiaroli N, Baldi G, Camicia F, Prada L, Maldonado L, et al. Cystic echinococcosis in South America: systematic review of species and genotypes of *Echinococcus granulosus sensu lato* in humans and natural domestic hosts. *Trop. Med. Int. Health.* 2016; 21(2),166-75.

Agradecimientos

A los estudiantes de posgrado de la Especialización en Salud Pública Veterinaria García Romina, Rau Elizabeth, Cariatore Clara, Arzuaga Eugenia, Federici Daiana, Arias Sabrina y Aman Hilén por su invaluable apoyo en las tareas de campo y en el manejo de datos.

