



## Factores de riesgo asociados a la seroprevalencia de lentivirus en rebaños ovinos y caprinos del noreste de México



Rogelio Ledezma Torres <sup>a</sup>

José C. Segura Correa <sup>b</sup>

Jesús Francisco Chávez Sánchez <sup>a</sup>

Alejandro José Rodríguez García <sup>a</sup>

Sibilina Cedillo Rosales <sup>a</sup>

Gustavo Moreno Degollado <sup>a</sup>

Ramiro Avalos Ramírez <sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Campus de Ciencias Agropecuarias, calle Francisco Villa s/n colonia Ex-Hacienda El Canadá, 66050. General Escobedo, Nuevo León, México.

<sup>b</sup> Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Mérida, Yucatán, México.

\*Autor de correspondencia : [ramiro.avalosrm@uanl.edu.mx](mailto:ramiro.avalosrm@uanl.edu.mx)

### Resumen:

Se realizó un estudio transversal con el propósito de determinar los factores de riesgo asociados a la frecuencia serológica de Lentivirus de los pequeños rumiantes (LvPR) en ovinos y caprinos del noreste de México. De 128 rebaños, 71 de caprinos, 32 de ovinos y 25 mixtos (caprinos + ovinos), se recolectaron 768 sueros individuales de animales  $\geq 1$  año de edad. De cada rebaño 4 a 5 muestras de suero fueron mezcladas y analizadas por ELISA para identificar anticuerpos contra la glucoproteína 135 del LvPR. Las muestras se obtuvieron de animales seleccionados al azar en los años 2019 y 2020. Se aplicó un cuestionario a los

productores y los datos se analizaron para determinar los factores de riesgo asociados a la seropositividad del rebaño mediante regresión logística. La proporción de rebaños seropositivos en general fue estimada en 50.6 %. Acorde al tipo de rebaño la seropositividad en rebaños caprinos fue de 62.0 %, en ovinos de 25.4 % y de 50.2 % en rebaños mixtos. Los factores de riesgo asociados a la presencia de anticuerpos contra el LvPR fueron presencia de animales con artritis, asistencia veterinaria, reutilizar agujas, alteraciones nerviosas, bajo índice de preñez, tipo de rebaño y mastitis. La frecuencia serológica indica una alta endemicidad del LvPR en rebaños de pequeños rumiantes del noreste de México.

**Palabras clave:** Epidemiología de retrovirus, Pequeños rumiantes, Artritis, Asistencia veterinaria, Bioseguridad en granjas.

Recibido: 11/06/2021

Aceptado: 07/04/2022

## Introducción

En el noreste de México los ovinos y caprinos son las dos especies de rumiantes con mayor dispersión territorial y conforman uno de los principales sustentos económicos para la población rural de esta zona<sup>(1,2)</sup>. En la mayoría de los rebaños de esta zona se practica un sistema de manejo semi-extensivo, en el cual los animales pastorean de día, y pernoctan en corrales artesanales fabricados con material vegetal de la región. Usualmente no se ofrece suplemento proteínico, vitaminas, ni se aplica un adecuado manejo sanitario. En los rebaños son comunes los reportes asociados a trastornos de la salud, reproducción y productividad<sup>(3,4,5)</sup>. Evidentemente la falta de asistencia técnica, capacitación, ausencia o nula bioseguridad, entre otros, contribuyen a estos problemas sanitarios<sup>(2,6)</sup>.

De los agentes virales que afectan a ovinos y caprinos, la infección causada por el Lentivirus de Pequeños Rumiantes (*del inglés* Small Ruminant Lentivirus, SRLV), ha adquirido relevancia en los últimos años<sup>(7,8)</sup>. SRLV es un virus no zoonótico del género *Lentivirus*, subfamilia *Orthoretrovirinae* y familia *Retroviridae*, altamente contagioso e infeccioso entre caprinos y ovinos<sup>(9)</sup>. Inicialmente, el SRLV fue nombrado virus de la artritis encefalomielitis caprina o virus de la neumonía progresiva ovina (también llamado virus de Maedi-Visna) puesto que se consideraba como dos patógenos distintos específicos de caprinos y ovinos, respectivamente. Sin embargo, ha sido reconocido que este virus puede cruzar la barrera de especie e infectar a ambos rumiantes<sup>(10,11)</sup>. Además, estudios de genética molecular han mostrado que el SRLV genéticamente es el mismo virus, por lo que actualmente se reconoce como un solo virus con variantes virales adaptadas a caprinos y

ovinos<sup>(12)</sup>. Las infecciones por SRLV son de por vida y se caracterizan por causar una enfermedad inflamatoria crónica multisistémica, de desarrollo lento y progresivo que puede o no manifestarse de forma clínica en la vida del animal<sup>(13)</sup>. Se caracterizan por emaciación paulatina que conlleva a una condición corporal pobre y dificultad para respirar asociado a una neumonía intersticial; alteraciones en el sistema nervioso central, artritis múltiple y mastitis indurativa en ambas especies<sup>(9)</sup>. La presentación clínica depende de las características genéticas de la cepa del SRLV infectante, su tropismo de tejido, la especie animal afectada y su genética<sup>(9,14)</sup>.

Las infecciones por SRLV tienen distribución mundial<sup>(7)</sup> y están asociadas a pérdidas económicas importantes<sup>(15,16)</sup>. En México, la presencia serológica del SRLV en caprinos de México se reportó en el año 1985<sup>(17)</sup> y el aislamiento del virus en 1999<sup>(18)</sup>. La presencia serológica del SRLV en rebaños caprinos del noreste de México fue reportada en 1994<sup>(19)</sup>. Inicialmente, se estimó mayor seroprevalencia del SRLV en rebaños caprinos con manejo intensivo en producción de leche y recién importados de Estados Unidos de América<sup>(17,19)</sup>. En México, se ha reportado la detección serológica<sup>(20,21,22)</sup> y los daños patológicos asociados a la infección por SRLV en caprinos como en ovinos<sup>(23)</sup>. Hasta el año 2012, México se consideraba libre de la infección por SRLV en ovinos, pero actualmente se considera endémica esta infección y ubicada dentro del grupo 3 de enfermedades y plagas del territorio nacional<sup>(24)</sup>. La evidencia serológica y molecular de la infección por SRLV en ovejas mexicanas Pelibuey fue demostrada en rebaños de Jalisco, Veracruz y Chiapas<sup>(25)</sup>, Estado de México y Querétaro<sup>(22)</sup>. Sin embargo, los estudios de la presencia, efectos e impacto de los SRLV en la salud y productividad de caprinos y ovinos de México son escasos. La coexistencia e interrelaciones múltiples entre las poblaciones de pequeños rumiantes en México, particularmente en el noreste del país, suele aumentar el riesgo de adquisición y propagación de SRLV y otros patógenos<sup>(6,22)</sup>. Es conocido que ovinos y caprinos pueden albergar agentes infecciosos multi-especie con potencial para afectarlos a éstas y otras especies animales e incluso el humano<sup>(26,27)</sup>. De hecho, SRLV puede considerarse dentro de esta categoría, por lo que infecciones asociadas podrían desencadenar brotes de enfermedad y mortalidad. Dadas estas condiciones, se considera una alta frecuencia serológica del SRLV a nivel rebaño y puede potencializarse por al menos un factor de riesgo. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue estimar la seroprevalencia y determinar los factores de riesgo asociados a la infección por el Lentivirus de Pequeños Rumiantes en rebaños de ovinos y caprinos en el noreste de México.

## Material y métodos

### Localización y características de los rebaños

Se realizó un estudio transversal seleccionándose 128 rebaños localizados en el noreste de México, en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. El sistema de manejo de los rebaños en su mayoría era semi-extensivo. En general, los animales mostraban complicaciones de tipo nutricional, reproductivo y sanitario.

### Número de rebaños y animales muestreados

Un total de 768 animales fueron muestreados a partir de 71 rebaños caprinos, 32 ovinos y 25 mixtos (n=128 rebaños). Para el estado de Nuevo León, el muestreo consideró al número total de ranchos registrados en el padrón de beneficiarios del 2017 del Programa de Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola obtenidos por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México. Para los estados de Coahuila (Región de la Laguna) y Tamaulipas, los animales muestreados fueron rebaños de ganaderos que manifestaron su deseo de cooperar en entrevista directa.

El tamaño de muestra de 128 rebaños y 768 animales, se calculó mediante el programa computacional EpiMuestra<sup>(28)</sup>. Debido a que no existía información de infecciones por SRLV para caprinos y ovinos en el noreste de México, se consideró una prevalencia esperada de 50 %, un nivel de confianza del 95 % y precisión absoluta del 5 %. El muestreo fue dos etapas seleccionándose primero los rebaños y posteriormente los animales dentro de cada rebaño, considerándose arbitrariamente, un efecto de diseño de 2<sup>(28)</sup>. La unidad de muestreo para análisis fue el rebaño. Los análisis serológicos se analizaron por grupos que correspondían a una mezcla homogénea de 4 a 5 sueros por rebaño<sup>(29)</sup> a razón de 200 µl por animal. Se consideró como positivo el rebaño cuya mezcla de sueros resultó positiva a la prueba de ELISA comercial.

### Muestras de suero y su manejo

Las muestras de suero se obtuvieron entre otoño del 2019 y finales de primavera del 2020. La sangre se obtuvo mediante punción de la vena yugular y tubos al vacío con gel activador de coagulación (Becton Dickinson, [www.bd.com](http://www.bd.com)). Las muestras fueron identificadas y transportadas al laboratorio bajo condiciones de refrigeración a 7 °C (±3) en un contenedor de poliestireno. En el laboratorio los sueros se separaron del coagulo después de centrifugar los tubos a 2,500 rpm durante 5 min. Cada muestra de suero se depositó en tubos de plástico nuevos estériles de 2 ml. Cada tubo se etiquetó con su clave individual, fecha y procedencia.

Todas las muestras se almacenaron a -20 °C en el banco de sueros del Laboratorio de Virología de la FMVZ-UANL, hasta su uso en la prueba de ELISA.

### **Colecta de información de campo**

La identificación de posibles factores de riesgo se realizó a partir de las respuestas de los productores en una encuesta aplicada individualmente. La encuesta consistió en 30 preguntas e incluían aspectos del tipo de explotación, aspectos sanitarios y de salud animal, así como la identificación y localización del rebaño.

### **Detección de anticuerpos anti-SRLV**

La detección de anticuerpos anti-SRLV se realizó mediante ELISA de competencia con el estuche comercial “Small Ruminant Lentivirus Antibody Test Kit, cELISA”, (WMRD Inc., Pullamn, WA, USA). Esta prueba, detecta anticuerpos dirigidos contra sitios antigénicos altamente conservados de la glucoproteína 135 de virus de la artritis encefalomiелitis caprina. La sensibilidad y especificidad reportada para la prueba fue de 100 % y 96.4 %, respectivamente<sup>(30)</sup>. La lectura de la reacción en cada pocillo se realizó a una densidad óptica de 650 nm en el lector de ELISA (ELx800, Bio-Tek®) y empleando el paquete computacional “KC Junior software” (www.biotek.com).

La presencia de anticuerpos fue derivada del cálculo de porcentaje de inhibición acorde a lo recomendado por el fabricante mediante la fórmula:

$$I = 100 \{1 - (\text{DO de la muestra} / \text{DO del CN})\}$$

Donde: I es el porcentaje de inhibición; DO es la densidad óptica detectada; CN es control negativo.

Para la validación de la prueba se consideró una media de DO del CN  $\geq 0.300$ . Si el valor del I de la muestra fue  $\geq 35\%$  se consideró como positivos, mientras que un I  $< 35\%$  como negativo<sup>(30)</sup>.

### **Análisis estadístico**

De las reacciones positivas en la prueba de ELISA de cada rebaño se estimó la seroprevalencia real del SRLV mediante la herramienta en línea WinEpi versión 2.0<sup>(31)</sup>. Para la estimación de proporciones e intervalos de confianza al 95% (IC<sub>95%</sub>) se incluyó la sensibilidad y especificidad reportada por el fabricante de estuche de ELISA<sup>(30)</sup>. Para determinar la asociación entre los factores de riesgo y la seropositividad a SRLV

inicialmente, los posibles factores de riesgo se identificaron en un análisis univariado mediante la prueba de Ji cuadrada o la prueba exacta de Fisher (PROC FREQ). Aquellos factores con una ( $P > 0.20$ ) fueron sometidos a un análisis multivariado de regresión logística (Cuadro 1) mediante el procedimiento LOGISTIC. Los factores significativos a la prueba exacta de Fisher con menos de 5 observaciones no se incluyeron en el análisis de regresión logística. Todos los análisis se hicieron mediante el paquete estadístico SAS de 2010.

## Resultados y discusión

### Seroprevalencia de rebaño

El valor de seroprevalencia de rebaño contra SRLV obtenido en el presente estudio de 50.6 % (Cuadro 1) concuerda con las obtenidas en otras partes del mundo<sup>(30,31,32)</sup>, pero contrasta con los estudios previos realizados en México<sup>(21,33,34,35)</sup>. Recientemente, Martínez-Herrera *et al*<sup>(33)</sup> usando una prueba de ELISA indirecta reportaron una menor seroprevalencia a nivel de rebaño en caprinos criollos de Veracruz, México con 6.4 %. También, Torres-Acosta *et al*<sup>(21)</sup> usando inmunodifusión en gel agar (IDGA), en el año 2003 reportaron una seroprevalencia aparente de 3.6 % en rebaños caprinos en su mayoría criollos del estado de Yucatán, México. Anteriormente, en 1984 Adams *et al*<sup>(34)</sup> empleando IDGA, reportaron a nivel individual en caprinos del estado de México y Guanajuato frecuencias serológicas de 22.1 % y 6.3 %, respectivamente. Estos mismos investigadores mencionaron no encontrar anticuerpos en rebaños de caprinos criollos nativos<sup>(34)</sup>. Santiago *et al*<sup>(35)</sup> empleando la misma prueba de ELISA del presente trabajo, encontraron una seropositividad a nivel de rebaño de 41.3 % en muestras de caprinos del estado de Guanajuato, México. Acorde a lo anterior, el diseño del estudio, el manejo, tipo y propósito de los rebaños, así como la carencia de medidas de bioseguridad contra SRLV probablemente influyeron sobre los parámetros de seropositividad del presente y de cada uno de los anteriores estudios. En los años 1984 y 1985 se reportó elevada seropositividad en caprinos de razas lecheras importados hacia México y ausencia de seropositividad en caprinos criollos nativos<sup>(17,34)</sup>. Estas observaciones y los datos del presente estudio sugieren que el SRLV ingresó hacia los rebaños criollos nativos del noreste de México, tal vez mediante el contacto con caprinos de raza importados con el propósito de mejorar la productividad. En el presente estudio, no se encontró diferencia significativa<sup>(36)</sup> entre la seroprevalencia de los tipos rebaños caprinos (63.0 %), ovinos (25.4 %) o mixto (50.2 %). Estos datos contrastan con los obtenidos en rebaños similares de otros países<sup>(30,31,32)</sup> en la cuales los índices de seropositividad son relativamente bajos comparados a los del presente trabajo. No obstante, esto coincide con lo reportado en estudios previos para el manejo de una sola especie ya sea ovinos o caprinos<sup>(32,36,37)</sup> y cuando se manejan en condiciones mixtas<sup>(36)</sup>. El tipo de prueba serológica empleada, el manejo y características del medio ambiente podrían explicar las diferencias encontradas.

**Cuadro 1:** Prevalencia de anticuerpos contra lentivirus de pequeños rumiantes (LvPR) en rebaños ovinos y caprinos en el noreste de México

Rebaño	n	(+)	P <sub>real</sub>	IC <sub>95%</sub>
Caprino	71	45	62.0	50.7 – 73.3
Ovino	32	9	25.4	10.3 – 40.5
Mixto (caprinos + ovinos)	25	13	50.2	30.6 – 69.8
General	128	67	50.6	41.9 – 59.2

P<sub>real</sub> = prevalencia real, \*Sensibilidad (100%) y especificidad (96.4%) de la prueba de ELISA<sup>(30)</sup>, nivel de confianza 95%<sup>(31)</sup>.

### Factores de riesgo asociados a la serología a nivel de rebaños

Después del análisis en tablas de contingencia se seleccionaron un total de 21 factores de 30 para evaluar su asociación con la seropositividad hacia SRLV en los rebaños caprinos y ovinos. Los factores de riesgo que contribuyeron significativamente a la explicación de la seropositividad hacia SRLV fueron: tipo de rebaño, asistencia veterinaria, uso múltiple de agujas, bajo índice de preñez, presencia de animales con artritis, reporte de alteraciones nerviosas y animales con mastitis; estas tres últimas alteraciones asociadas a procesos inflamatorios crónicos (Cuadro 2). El análisis de regresión logística mostró efecto significativo de los mismos factores que en las pruebas de Ji-cuadrada o exacta de Fisher; pero no se incluyeron los factores: tamaño del rebaño, introducción de animales, cuarentena, bioseguridad y hatos mixtos por tener cada una de ellas  $\leq 5$  observaciones. Diversos reportes<sup>(32,33,36)</sup>, han señalado estas últimas variables como factores de riesgo por lo que fueron incluidos en la discusión. En el Cuadro 2 se muestran los factores de riesgo asociados a la seropositividad hacia SRLV en rebaños caprinos y ovinos del noreste de México. En el noreste de México, es relativamente común encontrar rebaños mixtos caprinos-ovinos. La coexistencia de ambas especies podría facilitar la transmisión del SRLV no solo a través del contacto directo sino también a través de la ingesta de calostro o leche<sup>(37,38)</sup> y mediante otras prácticas de manejo como el uso de agujas en varios animales durante la aplicación de medicamentos, vacunas o aretes de identificación<sup>(6,37,39)</sup>.

**Cuadro 2:** Seroprevalencia de rebaño y factores de riesgo para la seropositividad a SRLV en rebaños caprinos y ovinos del noreste de México

Variable		n	Seroprevalencia	P	OR (IC <sub>95%</sub> )
ART	Si	63	82.5	<0.0001	31.3 (6.7-142.8)
	No	65	23.1		
ASIST	Si	19	94.7	<0.0001	11.9 (1.0-142.9)
	No	109	44.9		
AGUJ	Si	69	63.8	0.005	9.6 (2.1-43.5)
	No	59	38.9		
NERV	Si	47	78.7	<0.001	7.4 (1.9-28.6)
	No	81	37.0		
PREÑ	Si	50	74.0	<0.0001	6.8 (1.8-25.6)
	No	78	38.5		
REB	Caprino	71	63.4	0.0041	5.4 (1.0-28.2)
	Mixto	25	52.0		
	Ovino	32	28.1		
MAST	Si	66	71.2	<0.0001	4.9 (1.3-17.9)
	No	62	32.5		

OR= razón de momios; IC= intervalos de clase, ART= presencia de artritis, ASIST= asistencia veterinaria, AGUJ= repite uso de agujas, NERV= presencia de alteraciones nerviosas, PREÑ= índice bajo de preñez, REB = tipo de rebaño, MAST= presencia de mastitis.

Se encontró fuerte asociación entre el tipo de rebaño caprino (OR 5.4; IC<sub>95%</sub>= 1.0-28.2) o mixto (caprinos + ovinos) (OR 2.1; IC<sub>95%</sub>= 0.3-12.3) con la seropositividad hacia SRLV. Similares observaciones han reportado que la presencia de los caprinos es un factor de riesgo que contribuye a la seropositividad hacia SRLV en ovinos<sup>(39,40)</sup>. El tamaño del rebaño se ha reportado como otro factor importante que influye en la seropositividad hacia el SRLV, debido a que una de las vías de transmisión de este virus es por contacto directo entre animales infectados<sup>(36,39,40)</sup>. No obstante, esta variable fue excluida del análisis de regresión logística debido a la baja cantidad de observaciones y para cumplir con los criterios de calidad de datos para análisis. En el presente trabajo, se encontró fuerte asociación entre la presencia de animales con artritis (OR 31.2; IC<sub>95%</sub>= 6.7-142.8) y con mastitis (OR 4.8; IC<sub>95%</sub>= 1.3-17.8) en los rebaños seropositivos. Las infecciones por SRLV se caracterizan por estar fuertemente relacionadas a estas condiciones clínico-patológicas<sup>(40,41,42)</sup>. Para ovinos se ha reportado una



alta asociación entre la ocurrencia de mastitis con la infección de SRLV en rebaños endémicos<sup>(9,39,40)</sup>. En un estudio reciente se determinó que cuando el caprinocultor reconoce la presencia de artritis la infección por SRLV está muy diseminada en el rebaño<sup>(42)</sup>. También se ha propuesto que el desarrollo de artritis depende de las características genéticas de la cepa SRLV infectante<sup>(43)</sup>. Lo observado en el presente estudio indica que animales con artritis crónica se presentan con alta frecuencia en rebaños seropositivos independientemente de la especie animal y el tipo de manejo.

Se encontró asociación entre problemas reproductivos y la seropositividad hacia SRLV. En los rebaños en los cuales el productor anotó baja tasa de preñez ( $\leq 50\%$ ) tuvieron más probabilidad de resultar seropositivos que aquellos con tasas de preñez  $\geq 50\%$ . Pocos estudios se han enfocado a conocer las repercusiones del SRLV sobre la reproducción en rumiantes pequeños. Recientemente se reportó la habilidad de este virus para inducir infecciones intrauterinas en pequeños rumiantes y transmitirse vía semen ya sea con inseminación artificial o monta natural<sup>(44)</sup>. Sin embargo, no se encontró asociación entre la presencia de abortos o animales de bajo peso al nacimiento en el rebaño lo cual contrasta con estudios previos en los cuales se asoció el retraso del desarrollo de los cabritos recién nacidos con la seropositividad de la madre<sup>(37,39)</sup>. Probablemente, las diferencias entre ambas observaciones se expliquen debido a la naturaleza de ambos estudios o al sesgo en las respuestas emitidas por los productores en la presente investigación. Interesantemente, se encontró asociación ( $P < 0.0001$ ) entre la seropositividad hacia SRLV y la asistencia del veterinario (OR=11.9; IC95%= 1.0-142.8). Una forma importante en la transmisión horizontal del SRLV es el contacto con humanos, particularmente el movimiento de veterinarios y trabajadores entre y dentro de los rebaños<sup>(39)</sup>. Es posible considerar que la asistencia veterinaria jugaría un papel importante para controlar la infección por SRLV; se ha reportado el aumento de la seropositividad en rebaños de pequeños rumiantes con la vectorización por parte del veterinario de un rebaño a otro en sus visitas<sup>(39)</sup>. Los datos obtenidos en el presente trabajo probablemente reflejen que un mismo veterinario asiste a diferentes rebaños. Lo anterior no fue incluido en las encuestas, posibilitando la transferencia horizontal del virus en la región estudiada debido al desconocimiento de la presencia del virus en la región, sus consecuencias y formas de dispersión. Un estudio señala que, la presencia del humano, así como el número de empleados y años de experiencia en el manejo dentro de los rebaños están relacionados con la presencia y circulación del virus<sup>(39)</sup>.

Por otra parte, la ausencia de medidas de bioseguridad, higiene y desinfección aumenta en gran medida la presencia de la infección por SRLV<sup>(42)</sup>. Por lo tanto, es necesario concientizar a los productores sobre este agente, así como darles a conocer las pautas de bioseguridad para evitar la circulación del virus en sus rebaños. Con base en lo anterior, se confirman y amplían las observaciones epidemiológicas señaladas desde hace más de 25 años para SRLV en caprinos de México<sup>(17,19,34)</sup>. Aunado a esto, el presente trabajo es el primer reporte serológico de la infección por SRLV en ovinos del noreste de México.

SRLV es considerado como un solo virus con variantes genéticas adaptadas a caprinos u ovinos<sup>(8,9)</sup>. También se ha reportado la posibilidad de infecciones cruzadas<sup>(10,11)</sup> y el aislamiento de recombinantes entre las variantes genéticas del virus<sup>(41)</sup>. Dado lo anterior, resulta interesante determinar si la respuesta serológica encontrada en los pequeños rumiantes está dirigida hacia variantes genéticas de SRLV adaptadas a caprinos u ovinos<sup>(22)</sup>. Así mismo, poder precisar si en la zona noreste de México circulan SRLV recombinantes<sup>(8,10)</sup>, que hayan logrado adaptarse tanto a los ovinos como a caprinos de la zona<sup>(11)</sup>.

## Conclusiones e implicaciones

La seropositividad frente a SRLV en los ovinos y caprinos del noreste de México es relativamente alta. Este es el primer reporte serológico de la infección por SRLV en ovinos del noreste de México. La seroprevalencia estimada y factores de riesgo detectados en rebaños seropositivos deberían ser considerados en el diseño de programas de bioseguridad y de política pública aplicada a la salud y productividad de rebaños de caprinos y ovinos en México.

## Agradecimientos

A los productores de caprinos y ovinos participantes del noreste de México sin cuya disposición no hubiese sido posible el presente trabajo. El estudio fue apoyado financieramente a través del Programa de Apoyo a la Investigación Ciencia y Tecnología (PAICYT) 2019 de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

## Literatura citada:

1. Escareño-Sánchez LM, Wurzinger M, Pastor-López F, Salinas H, Sölkner J, Iñiguez L. La cabra y los sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la Comarca Lagunera, en el norte de México. *Rev Chapingo Serie Cienc Forest Amb* 2011;17(Esp):235-246. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.10.087>. Consultado 5 Oct, 2021.
2. Alva-Pérez J, López-Corona LE, Zapata-Campos CC, Vázquez-Villanueva J, Barrios-García HB. Condiciones productivas y zoonositarias de la producción caprina en el altiplano de Tamaulipas, México. *Interciencia* 2019;44(3):154-160.
3. Mellado M, Valdez R, Lara LM, Garcia JE. Risk factors involved in conception, abortion, and kidding rates of goats under extensive conditions. *Small Ruminant Res* 2004;55:191-198.

4. Avalos-Ramírez R, Cedillo-Rosales S, Salinas-Meléndez JA, Morales-Loredo A, Cervantes-Vega R, Domínguez-Díaz D, *et al.* Parasitosis y enfermedades comunes de caprinos en majadas de Nuevo León: Prevalencia y descripción. 1ª ed. México: Consorcio Técnico del Noreste de México, AC. 2010.
5. Salinas-González H, Valle Moysen ED, de Santiago-Miramontes MDLA, Veliz-Deras FG, Maldonado-Jáquez JA, Vélez-Monroy LI, *et al.* Análisis descriptivo de unidades caprinas en el suroeste de la región lagunera, Coahuila, México. *Interciencia* 2016;41:763-768.
6. Avalos-Ramírez R, Cedillo-Rosales S, Salinas-Meléndez JA, Morales-Loredo A, Cervantes-Vega R, Domínguez-Díaz D, *et al.* Bioseguridad en hatos caprinos: Protocolos aplicados en majadas de Nuevo León. 1ª ed. México: Consorcio Técnico del Noreste de México, AC. 2010.
7. Gomez-Lucia E, Barquero N, Domenech A. Maedi-Visna virus: current perspectives. *Vet Med (Auckl)* 2018;9:11-21.
8. Ramírez H, Reina R, Amorena B, de Andrés D, Martínez HA. Small Ruminant Res Lentiviruses: genetic variability, tropism and diagnosis. *Viruses* 2013;5(4):1175-1207.
9. Minguijón E, Reina R, Pérez M, Polledo L, Villoria M, Ramírez H, *et al.* Small ruminant research Lentivirus infections and diseases. *Vet Microbiol* 2015;181(1-2):75-89.
10. Da Cruz JC, Sigh DK, Lamara A, Chebloune Y. Small ruminant lentiviruses (SRLVs) break the species barrier to acquire new host range. *Viruses* 2013;5(7):1867-1884.
11. Leroux C, Chastang J, Greenland T, Mornex JF. Genomic heterogeneity of small ruminant lentiviruses: existence of heterogeneous populations in sheep and of the same lentiviral genotypes in sheep and goats. *Arch Virol* 1997;142(6):1125-1137.
12. Reina R, Berriatua E, Lujan L, Juste R, Sánchez A, Andres D, *et al.*, Prevention strategies against small ruminant lentiviruses: an update. *Vet J* 2009;182(1):31-37.
13. Blacklaws BA. Small ruminant lentiviruses: Immunopathogenesis of visna-maedi and caprine arthritis and encephalitis virus. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 2012;35(3):259-269.
14. Callado AKC, Castro RS, Teixeira MFS. Lentivírus de pequenos ruminantes (CAEV e Maedi-Visna): revisão e perspectivas. *Pes Vet Bras* 2001;21(3):87-97.
15. Azevedo DAA, Santos VWS, Sousa, ALM, Peixoto RM, Pinheiro RR, Andrioli A, *et al.*, Small ruminant lentiviruses: economic and productive losses, consequences of the disease. *Arqui Inst Biol* 2017;84:1-10.

16. Martínez-Navalón B, Peris C, Gómez EA, Peris B, Roche ML, Caballero C, *et al.*, Quantitative estimation of the impact of caprine arthritis encephalitis virus infection on milk production by dairy goats. *Vet J* 2013;197(2):311-317.
17. Nazara SJ, Trigo FJ, Suberbie E, Madrigal V. Estudio serológico de la artritis-encefalitis caprina en México. *Tec Pecu Mex* 1985;48:98-101.
18. Daltabuit Test M, de la Concha-Bermejillo A, Espinosa LE, Loza Rubio E, Aguilar Setién A. Isolation of caprine arthritis encephalitis virus from goats in Mexico. *Can J Vet Res* 1999;63(3):212-215.
19. Villarreal-Cavazos DA. Prevalencia serológica del virus de la artritis encefalomiелitis caprina (VAEC) en algunos hatos caprinos del Noreste de México [tesis licenciatura]. México, NL: Universidad Autónoma de Nuevo León; 1994.
20. Molina RM, Trigo FJ, Cutlip RC. Estudio serológico de la neumonía progresiva ovina en México. *Vet Méx* 1986;17:269-273.
21. Torres-Acosta JF, Gutiérrez RE, Butler V, Schmidt A, Evans J, Babington J, *et al.*, Serological survey of caprine arthritis-encephalitis virus in 83 goat's herds of Yucatán, México. *Small Ruminant Res* 2003;49:207-211.
22. Loeza CJG. Detección serológica y molecular de lentivirus de pequeños rumiantes que circulan de forma natural en ovinos de dos estados del altiplano mexicano. [tesis especialidad]. México, Estado de México: Universidad Autónoma del Estado de México; 2017.
23. Eguiluz C, Aluja A. Neumonía intersticial progresiva (Maedi) y adenomatosis pulmonar en vísceras de óvidos decomisadas. *Vet Méx* 1981;12:235-237.
24. SADER. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. DOF. Acuerdo mediante el cual se dan a conocer en los Estados Unidos Mexicanos las enfermedades y plagas exóticas y endémicas de notificación obligatoria de los animales terrestres y acuáticos. México. 2018.
25. Sánchez JH, Martínez HA, García MM, Garrido G, Gómez L, Aguilar JA, *et al.*, The presence of small ruminant lentiviruses in Mexican Pelibuey sheep. *Theriogenology* 2016;86(1):1953–1957.
26. Ganter M. Zoonotic risks from small ruminants. *Vet Microbiol* 2015;181(1-2):53-65.
27. Villagra-Blanco R, Barrantes-Granados O, Montero-Caballero D, Romero-Zúñiga JJ, Dolz G. Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* and *Neospora caninum* infections and associated factors in sheep from Costa Rica. *Parasite Epidemiol Control* 2019;4:e00085. <https://doi.org/10.1016/j.parepi.2019.e00085> .

28. Segura-Correa JC, Honhold N. Métodos de muestreo para la producción y salud animal. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. 2000.
29. Hernandez-Medrano JH, Espinosa-Castillo LF, Rodriguez AD. *et al.* Use of pooled serum samples to assess herd disease status using commercially available ELISAs. *Trop Anim Health Prod* 2021;53:507. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02939-1>.
30. Herrmann LM, Cheevers WP, McGuire TC, Adams DS, Hutton MM, Gavin WG, *et al.* Competitive-inhibition enzyme-linked immunosorbent assay for detection of serum antibodies to caprine arthritis-encephalitis virus: diagnostic tool for successful eradication. *Clin Diagn Lab Immunol* 2003;10(2):267-71.
31. de Blas I, Ruiz-Zarzuela I, Vallejo A. WinEpi: Working in epidemiology. An online epidemiological tool. ISVEE 11: Proc 11th Sympe Int Soc Vet Epidemiol Econom, Cairns (Australia), August 6-11 2006. Theme 4 - Tools & training for epidemiologists: Poster session. 2006;800.
32. Pérez M, Biescas E, de Andrés X, Leginagoikoa I, Salazar E, Berriatua E, *et al.* Visna/maedi virus serology in sheep: survey, risk factors and implementation of a successful control programme in Aragón (Spain). *Vet J* 2010;186(2):221-225.
33. Martínez-Herrera DI, Villagómez-Cortes JA, Hernández-Ruiz SG, Peniche-Cerdeña AEJ, Pardío-Sedas VT, Torres-Acosta F, *et al.* Seroprevalence and risk factors for caprine arthritis-encephalitis in the state of Veracruz, Mexico. *Agrociencia* 2020;54(1):15-29. <https://agrociencia-colpos.mx/index.php/agrociencia/article/view/1879/1876>. Consultado 24 nov. 2021.
34. Adams DS, Oliver RE, Ameghino E, DeMartini JC, Verwoerd DW, Houwers DJ, *et al.* Global survey of serological evidence of caprine arthritis-encephalitis virus infection. *Vet Rec* 1984;115:493-495.
35. Santiago BCI, Gutierrez HJL, Herrera LE, Palomares REG, Díaz AE. Diagnóstico serológico de Lentivirus de Pequeños Rumiantes (LvPR) en rebaños caprinos del estado de Guanajuato. *Quehacer Científico en Chiapas* 2017; 12(1):15-19. [https://dgip.unach.mx/images/pdf-REVISTA-QUEHACERCIENTIFICO/2017-ener-jun/1.Diagnostico\\_serologico\\_de\\_Lentivirus.pdf](https://dgip.unach.mx/images/pdf-REVISTA-QUEHACERCIENTIFICO/2017-ener-jun/1.Diagnostico_serologico_de_Lentivirus.pdf). Consultado 30 nov 2021.
36. Michiels R, Van Mael E, Quinet C, Welby S, Cay AB, De Regge N. Seroprevalence and risk factors related to small ruminant lentivirus infections in Belgian sheep and goats. *Prev Vet Med* 2018;151:13-20.
37. Norouzi B, Taghavi RA, Azizzadeh M, Mayameei A, Najar NMV. Serological study of small ruminant lentiviruses in sheep population of Khorasan-e-Razavi province in Iran. *Vet Res Forum* 2015;6(3):245-249.

38. Gjerset B, Jonassen CM, Rimstad E. Natural transmission and comparative analysis of small ruminant lentiviruses in the Norwegian sheep and goat populations. *Virus Res* 2007;125(2):153-161.
39. Junkuszew A, Dudko P, Bojar W, Olech M, Osiński Z, Gruszecki TM, *et al.* Risk factors associated with small ruminant lentivirus infection in eastern Poland sheep flocks. *Prev Vet Med* 2016;127:44-49.
40. Kalogianni AI, Bossis I, Ekateriniadou LV, Gelasakis AI. Etiology, Epizootiology and Control of Maedi-Visna in Dairy Sheep: A Review. *Animals (Basel)*. 2020;10(4):616.
41. Gayo E, Cuteri V, Polledo L, Rossi G, García MJF, Preziuso S. Genetic characterization and phylogenetic analysis of small ruminant lentiviruses detected in Spanish Assaf sheep with different mammary lesions. *Viruses* 2018;10(6):315.
42. Czopowicz M, Szaluś-Jordanow O, Mickiewicz M, Moroz A, Witkowski L, Bereznowski A, *et al.*, Relationship between the dissemination of small ruminant lentivirus infection in goat herds and opinion of farmers on the occurrence of arthritis. *PLoS One*. 2018;13(9):e0204134.
43. Pérez M, Biescas E, Reina R, Glaria I, Marin B, Marquina A. *et al.* Small ruminant lentivirus-induced arthritis: clinicopathologic findings in sheep infected by a highly replicative SRLV B2 genotype. *Vet Pathol* 2015;52(1):132-139.
44. Furtado-Araújo J, Andrioli A, Pinheiro RR, Sider LH, deSousa ALM, de Azevedo DAA, *et al.* Vertical transmissibility of small ruminant lentivirus. *PLoS One*. 2020;15(11):e0239916.