

SEROPREVALENCE AND RISK FACTORS FOR CAPRINE ARTHRITIS-ENCEPHALITIS IN THE STATE OF VERACRUZ, MEXICO

SEROPREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO PARA ARTRITIS ENCEFALITIS CAPRINA EN EL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

D. Itzcoatl **Martínez-Herrera**^{1*}, J. Alfredo **Villagómez-Cortés**¹, S. Guadalupe **Hernández-Ruiz**¹, Á. E. Jesús **Peniche-Cardena**¹, V. Trinidad **Pardío-Sedas**¹, Felipe **Torres-Acosta**², J. Cruz **Huerta-Peña**¹, J. Francisco **Morales-Álvarez**³, Ricardo **Flores-Castro**³

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. Circunvalación y Yañez, Colonia Unidad Veracruzana. 91710. Veracruz, México. (dmartinez@uv.mx). ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Carretera Mérida-Xmatkuil Km 15.5, Apartado Postal 4-116 Itzimná, 97100, Mérida, Yucatán, México. ³CENID Microbiología Animal-INIFAP, Km 15.5 Carretera México-Toluca, Colonia Palo Alto, 05110. Ciudad de México.

ABSTRACT

Caprine Arthritis-Encephalitis (CAE) is a disease that decreases goat production but data on its seroprevalence and risk factors in most parts of Mexico are unknown. Therefore, the objective of this study was to estimate the seroprevalence and risk factors associated with CAE in 14 municipalities in central Veracruz, Mexico, and the hypothesis was that CAE must be present given the frequent movement of goats among states. This was a cross-sectional, multistage and stratified study. Herds in each municipality were selected by clusters using the tables proposed by Canon and Roe after calculating a sample size of 81 herds, 14 municipalities and at least 385 goats, with a sampling fraction of six by herd. All bucks and females older than three-months were sampled. All samples were processed by two indirect ELISA commercial kits as screening and confirmatory tests. In order to determine risk factors, a general questionnaire was applied in each selected farm and an individual questionnaire for each sampled goat. Data were analyzed by descriptive epidemiology and the association between variables was calculated by odds ratio. In total, 564 samples were obtained, 43 were positive to the screening test, but only 36 were confirmed, for an overall raw seroprevalence of 6.3%. Nine out of 14 surveyed municipalities and 18 out of 81 sampled herds were found positive. Identified risk factors included goats belonging to the municipalities of Coatepec and Coacoatzintla, bucks, goats in the range of 7 to 12 months of age, and goats imported from the states of Jalisco, Querétaro and Guanajuato. As a conclusion, overall CAE seroprevalence in central Veracruz goat herds is low, but the disease is spread amongst municipalities and herds.

* Author for correspondence ♦ Autor responsable.

Received: August, 2018. Approved: June, 2019.

Published as ARTICLE in *Agrociencia* 54: 15-29. 2020.

RESUMEN

La Artritis-Encefalitis Caprina (AEC) es una enfermedad que disminuye la producción caprina, pero se desconocen datos sobre su predominio y factores de riesgo en la mayoría del territorio mexicano. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue estimar la seroprevalencia y los factores de riesgo relacionados con AEC en 14 municipios del centro de Veracruz, México, y la hipótesis fue que la AEC debe estar presente, dado el movimiento frecuente de cabras entre estados. Este fue un estudio transversal, multietápico y estratificado. Los rebaños de cada municipio se seleccionaron con el uso de las tablas propuestas por Canon y Roe después de calcular un tamaño de muestra de 81 rebaños, 14 municipios y al menos 385 cabras, con una fracción de muestra de seis por rebaño. Todos los sementales y hembras mayores a tres meses se muestrearon. Todas las muestras se procesaron con dos kits comerciales de ELISA indirectos como pruebas de tamizado y confirmatoria. Para determinar los factores de riesgo, se aplicó un cuestionario en cada unidad de producción, junto a un cuestionario individual por cada cabra muestreada. Los datos se analizaron por epidemiología descriptiva y la asociación entre variables se calculó con la Razón de Momios. En total, se obtuvieron 564 muestras, de las cuales 43 fueron positivas en el tamizado, aunque solamente 36 fueron confirmadas, para una seroprevalencia general cruda de 6.3%. Nueve de los 14 municipios encuestados y 18 de los 81 rebaños muestreados resultaron positivos. Los factores de riesgo identificados incluyeron cabras pertenecientes a los municipios de Coatepec y Coacoatzintla, machos, cabras de entre 7 y 12 meses de edad y cabras traídas de los estados de Jalisco, Querétaro y Guanajuato. En conclusión, la seroprevalencia de AEC en cabras de rebaños del centro de Veracruz es baja, pero la enfermedad se dispersa entre municipios y rebaños.

Key words: Epidemiology, indirect ELISA, goats, CAEV lentivirus, risk factors, seroprevalence.

INTRODUCTION

Caprine arthritis + encephalitis (CAE) is a disease that poses a problem to goat industry for its worldwide distribution and incidence in endemic areas. CAE causes a chronic and progressive disease, which results in relevant economic losses and a barrier to international goat trading (Martínez *et al.*, 2005). CAE may lead to chronic disease of the joints and rarely to encephalitis in goat kids less than 6 months old. In adult goats, the presence of arthritis prevents displacement and difficult to obtain food; also, the disease is associated with decreased body condition and milk production. However, most infections are subclinical, with only few goats developing clinical signs. The clinical disease shows in two ways, arthritic and nervous, both affecting goats of different ages. A nervous form occurs in kids and causes progressive paresis, prostration and even death (Rowe *et al.*, 1997; Martínez *et al.*, 2005).

The disease is caused by a lentivirus that affects goats of all races and ages (Callado *et al.*, 2001). The disease was first diagnosed in goats in 1974 (Cork *et al.*, 1974), and since that time, in many places in the world. In the USA, CAE was first identified in 1980 and the disease is now endemic (Crawford *et al.*, 1980).

In Mexico, positive animals coming from the USA or Canada were identified (Adams *et al.*, 1984). The major routes of transmission are the oral, by consuming colostrum or milk from infected dams; and airborne, especially in production systems where contact is continuous (Adams *et al.*, 1984; Narayan *et al.*, 1990; Mathews, 2009). Some factors are associated with the presence of CAE in goats allowing its dissemination, such as: type of production system, type of milking, use of infected semen, origin of goats (Peterhans *et al.*, 2004). Disease eradication and prevention is mostly based on serological testing. Since infections persist for life and carriers are considered a continuous potential source of virus infection, trade of live goats is the main reason for the widespread of the disease (Al-Qudah *et al.*, 2006; Kanisak *et al.*, 2011).

CAE seroprevalence varies extensively due to time and place. In 1984, as a result of a global

Palabras clave: Epidemiología, ELISA indirecta, cabras, lentivirus VAEC, factores de riesgo, seroprevalencia.

INTRODUCCIÓN

La Artritis-Encefalitis Caprina (AEC) es una enfermedad que presenta un problema para la industria caprina por su distribución mundial e incidencia en áreas endémicas. La AEC causa una enfermedad crónica y progresiva, que resulta en pérdidas económicas importantes, así como en una barrera al comercio caprino internacional (Martínez *et al.*, 2005). La AEC puede derivar en enfermedades crónicas de las articulaciones y, en ocasiones, en encefalitis en cabritos de hasta 6 meses de edad. En cabras adultas, la presencia de la artritis impide el desplazamiento y dificulta la obtención de alimento; además, la enfermedad se relaciona con la degradación de la condición corporal y la producción de leche. Sin embargo, la mayoría de las infecciones son subclínicas, con pocas cabras que desarrollan signos clínicos. La enfermedad clínica se presenta de dos maneras, artrítica y nerviosa, y ambas afectan a cabras de diferentes edades. Una forma nerviosa ocurre en cabritos y causa paresia progresiva, postración, e incluso la muerte (Rowe *et al.*, 1997; Martínez *et al.*, 2005).

Un lentivirus causa la enfermedad, la cual afecta a cabras de todas las razas y edades (Callado *et al.*, 2001). La enfermedad se diagnosticó por primera vez en cabras en 1974 (Cork *et al.*, 1974), y desde entonces, en muchos lugares del mundo. En los Estados Unidos, la AEC se identificó por primera vez en 1980 y ahora ya es endémica (Crawford *et al.*, 1980).

En México se identificaron como positivos animales provenientes de EE. UU. y Canadá (Adams *et al.*, 1984). Las principales rutas de transmisión son oral, mediante el consumo de calostro o leche de madres infectadas; y aérea, especialmente en sistemas de producción en los que el contacto entre animales es continuo. AEC se identificó por primera vez en 1980 (Adams *et al.*, 1984; Narayan *et al.*, 1990; Mathews, 2009). Algunos factores se relacionan con la presencia de AEC en cabras y permiten su disseminación, tales como el tipo de sistema de producción, tipo de ordeña, uso de semen infectado u origen de las cabras (Peterhans *et al.*, 2004). La erradicación y prevención de la enfermedad en su mayoría se basan en la realización de pruebas serológicas. Debido a que las infecciones persisten de por vida y los portadores se consideran una fuente potencial de infección viral,

epidemiological study Canada, France, Norway, Switzerland and the USA were identified as the five countries with the highest CAE seroprevalence. In each of these countries, seroprevalence was above 65% (Adams *et al.*, 1984). In Latin America, available information is contrasting. In a study carried out in 14 municipalities of Guatemala, Mogollón (1988) found a seroprevalence of 6.3%. In Peru, a survey conducted in different districts of the Yauyus province found no serological evidence of CAE in goats (Callapiña and Rivera, 2002). In Colombia, Castillo and Hernandez (2004) identified a seroprevalence of 19% in two municipalities. In Argentina, the presence of clinical signs of CAE in the province of La Pampa, led to a study where a seroprevalence of 24% was established (Bedotti *et al.*, 2007); However, after sampling 15 630 goats in several properties from ten Argentinean provinces, a seroprevalence of 1.5% was found (Trezequet *et al.*, 2010). In Brazil, 562 goats were tested for CAE and 14.1% were seroreactive (Lilenbaum *et al.*, 2007), and Martins *et al.* (2012) reported a CAEV seroprevalence of 8.6% in goats bred in Rio de Janeiro.

In Somalia, Ghanem *et al.* (2009) showed by multivariate logistic regression that there was a significant association between CAEV infection and age, rearing with sheep, and herd size. In Jordan, through a multivariable logistic regression model, large herd size, addition of new goats to the herd, and contact with other goat herds were identified as risk factors for CAEV seropositivity (Al-Qudah *et al.*, 2006). The use of multivariable logistic regression models in Thailand revealed that herd type, herd size, contact with goats from other herds, and addition of new goats were risk factors for CAEV seropositivity at the herd level analysis. Also, age of 3 years and above, and addition of new goats in the herd were risk factors associated with seroprevalence of CAEV antibodies at the individual level analysis (Kanisak *et al.*, 2011).

Because CAE decrease goat production and data on its seroprevalence and risk factors in most parts of Mexico are unknown, the objective of this study was to identify the seroprevalence of CAE and associated risk factors in the state of Veracruz. The hypothesis was CAE must be present in the state of Veracruz, given the frequent trade and movement of goats from states in which the presence of CAEV is documented.

el comercio de cabras vivas es la principal causa de la propagación de la enfermedad (Al-Qudah *et al.*, 2006; Kanisak *et al.*, 2011).

La seroprevalencia de AEC varía de forma extensa en tiempo y lugar. En 1984, como resultado de un estudio epidemiológico global, Canadá, Francia, Noruega, Suiza y EE. UU. se identificaron como los cinco países con la mayor seroprevalencia de AEC. En cada uno de estos países, la seroprevalencia era mayor a 65% (Adams *et al.*, 1984). En Latinoamérica, la información disponible es contrastante. En un estudio desarrollado en 14 municipios de Guatemala, Mogollón (1988) encontró una seroprevalencia de 6.3%. En Perú, una encuesta realizada en diferentes distritos de la provincia de Yauyus no encontró evidencia serológica de AEC en cabras (Callapiña y Rivera, 2002). En Colombia, Castillo y Hernández (2004) identificaron una seroprevalencia de 19% en dos municipios. En Argentina, la presencia de signos clínicos de AEC en la provincia de La Pampa condujo a un estudio donde se estableció una seroprevalencia de 24% (Bedotti *et al.*, 2007); sin embargo, después de muestrear 15 630 cabras en varias propiedades de diez provincias argentinas, se encontró una seroprevalencia de 1.5% (Trezequet *et al.*, 2010). En Brasil, se realizó la prueba de AEC en 562 cabras, y 14.1% resultaron seroreactoras (Lilenbaum *et al.*, 2007), y Martins *et al.* (2012) reportaron una seroprevalencia de VAEC de 8.6% en cabras criadas en Río de Janeiro.

En Somalia, Ghanem *et al.* (2009) demostraron, por medio de una regresión logística multivariada, que hubo una asociación significativa de la infección por VAEC con la edad, la cría conjunta con ovejas, y el tamaño del rebaño. En Jordania, por medio de un modelo de regresión logística multivariada, se identificaron el tamaño grande de rebaño, la adición de nuevas cabras al rebaño y el contacto con otros rebaños de cabras como factores de riesgo de seropositividad por VAEC (Al-Qudah *et al.*, 2006). El uso de modelos de regresión logística multivariada en Tailandia reveló que el tipo de rebaño, el tamaño de rebaño, el contacto con cabras de otros rebaños y la adición de nuevas cabras fueron factores de seropositividad al VAEC en un análisis a nivel de rebaño. Además, la edad de 3 años o más, así como la adición de nuevas cabras al rebaño fueron factores de riesgo asociados con la seroprevalencia de anticuerpos

MATERIALS AND METHODS

Study area

A study was conducted in 14 municipalities in central Veracruz: Chiconquiaco, Coacoatzintla, Coatepec, Emiliano Zapata, Ixhuacán de Reyes, Jalacingo, Las Minas, Las Vigas de Ramirez, Perote, Tatatila, Tlacolulan, Villa Aldama, Xico and Yecuatla, which account for 90% of the entire goat population of the state. Climates vary from tropical to temperate, altitude fluctuates from 420 to 2040 m, and annual temperatures ranged between 12.5 and 22.5 °C.

Design and sample size

The epidemiological study was cross-sectional, multistage and stratified. Levels included municipality, herds, and goats. Productive stages comprised weaned kids, fresh does, does, milking goats, dry goats, and bucks. The number of farms to be sampled in each municipality was selected by clustering and the values from the tables of Canon and Roe. A sample size of 81 farms and 536 goats in total was calculated. The number of goats to be sampled in each farm was estimated using the program Win Episcopo Ver. 2.0, which yielded a sampling fraction of six goats per farm. In the end, 564 goats from three months of age on were randomly sampled in the 81 selected farms.

Inclusion and exclusion criteria

Only females older than three months were sampled. Kids younger than three months-old were excluded to prevent diagnostic interference due to passive immunity transferred by colostrum. All bucks present in the farms were sampled, except for those that were not used for reproductive purposes.

Sampling and clinical examination

Blood samples were obtained by jugular puncture using vacuum tubes without additives. Sampled goats were clinically healthy at the moment of collecting blood samples, but a detailed clinical examination of each goat was carried out in order to identify the presence of clinical signs suggestive of CAE, such as arthritis, mastitis, abnormal breathing or neurological signs, and a detailed anamnesis was obtained for each sampled goat. Samples were transported to the laboratory at 4 °C and centrifuged at 1000 g for 15 min to separate the serum, which was stored at -20 °C until analyzed.

VAEC en un análisis a nivel individual (Kanisak *et al.*, 2011).

Debido a que la AEC puede reducir la población caprina y se desconocen datos relacionados con su seroprevalencia y factores de riesgo en muchas partes de México, el objetivo de este estudio fue identificar la seroprevalencia de AEC y los factores de riesgo asociados en el estado de Veracruz. La hipótesis fue que AEC debe estar presente en el estado de Veracruz, dado el comercio frecuente y el movimiento de cabras desde estados donde se ha registrado la presencia de VAEC.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Un estudio se realizó en 14 municipios en el centro de Veracruz: Chiconquiaco, Coacoatzintla, Coatepec, Emiliano Zapata, Ixhuacán de Reyes, Jalacingo, Las Minas, Las Vigas de Ramirez, Perote, Tatatila, Tlacolulan, Villa Aldama, Xico y Yecuatla, que representan el 90% de la población caprina del estado. Los climas varían de tropical a templado, la altura fluctúa de 420 a 2040 m, y las temperaturas anuales oscilan entre 12.5 y 22.5 °C.

Diseño y tamaño de muestra

El estudio epidemiológico fue transversal, multietápico y estratificado. Los niveles incluyeron municipio, rebaños y cabras. Las etapas productivas estuvieron comprendidas por cabritos destetados, hembras recién paridas, hembras, cabras de ordeña, cabras secas y cabritos. El número de unidades de producción por muestrear en cada municipio se seleccionó por conglomerados y con los valores de las tablas de Canon y Roe. Se calculó un tamaño de muestra de 81 unidades de producción y 536 cabras en total. El número de cabras por muestrear en cada unidad de producción se estimó con el uso del programa Win Episcopo Ver. 2.0, el cual arrojó una fracción de muestreo de seis cabras por unidad de producción. Al final, se muestrearon al azar 564 cabras de 3 meses de edad en adelante en las 81 unidades de producción seleccionadas.

Criterios de inclusión y exclusión

Solo se muestrearon hembras mayores a tres meses. Los cabritos de edades menores a tres meses se excluyeron para prevenir interferencia diagnóstica por inmunidad pasiva transferida por

Risk factors

A semi-structured questionnaire was used to investigate the risk factors associated with the seroprevalence of CAEV antibodies, two semi-structural questionnaires were developed and presented to farm owners to collect information on herd health and management. A first questionnaire was administered individually to each goat sampled in the farm. Data entered included: goat ID, location, provenance, age, productive stage, results from the physical inspection, colostrum intake, and individual productive data. A second general questionnaire on the management of each farm was applied, which included: type of operation, type of milking and reproductive management, and whether artificial insemination or natural mating was used.

Serological diagnosis

The samples were processed by serology using indirect ELISA at the Diagnostic Unit of the School of Veterinary Medicine and Animal Science, University of Veracruz, in Veracruz. Indirect ELISA test in series was done for screening and confirmatory procedures utilizing commercial kits (IDEXX Laboratories CAEV/MVV™) as established by the International Office for Animal Health (OIE, 2008), showing an overall sensitivity of 100% and a specificity of 99.8%. The screening test (CHEKIT CAEV/MVV IDEXX™ screening) was conducted on all sera. Every screening positive test serum was tested by the CHEKIT CAEV/MVV IDEXX™ verification kit, in order to confirm the screening results. In both tests, absorbance was read with a microplate reader (Biorad™ Model 680) at 450 nm. XChex program was used for interpreting the absorbance obtained values. Sera positive to both tests were interpreted as positive to CAEV.

Statistical analysis

Statistical analysis was performed by descriptive epidemiology. Seroprevalence was determined through the VassarStats online program in order to estimate proportions and confidence intervals, as proposed by Thrusfield (2005). Association among the study variables in the questionnaires and the seropositivity was calculated by Odds Ratio (OR) with the Win Episcope Ver. 2.0 program. Univariable analysis using chi-square test was employed to find out an association between seropositivity of CAEV and each hypothesized risk factor on both herd and individual levels. In order to elucidate risk factors associated with CAEV seropositivity, the interaction among variables was tested with a multivariable logistic regression model in Minitab Ver. 13. Goats showing clinical signs consistent with CAE where grouped according to their CAEV seropositivity status.

calostro. Todos los machos presentes en las unidades de producción se muestrearon, con excepción de aquellos que no se usaron con fines reproductivos.

Muestreos y pruebas clínicas

Las muestras de sangre se obtuvieron por medio de punción yugular usando tubos al vacío sin anticoagulantes. Las cabras muestreadas se encontraban clínicamente sanas al momento de tomar las muestras de sangre, aunque se efectuó un examen clínico detallado de cada cabra para identificar la presencia de signos clínicos sugestivos de AEC, tales como artritis, mastitis, respiración anormal o signos neurológicos; además, se obtuvo una anamnesis detallada para cada cabra muestreada. Las muestras se transportaron al laboratorio a 4 °C y centrifugaron a 1000 g por 15 min para separar el suero, el cual se almacenó a -20 °C hasta el momento de su análisis.

Factores de riesgo

Un cuestionario semi-estructurado se usó para investigar los factores de riesgo asociados con la seroprevalencia de anticuerpos al VAEC y se desarrollaron dos cuestionarios semiestructurados que se presentaron a dueños de las unidades de producción para recolectar información de la salud y el manejo del rebaño. Un primer cuestionario se administró de manera individual para cada cabra muestreada de la unidad de producción. Los datos de entrada incluyeron: la identificación de la cabra, su ubicación, procedencia, edad, etapa productiva, resultados de la inspección física, ingesta de calostro y datos productivos individuales. Luego se aplicó un segundo cuestionario relacionado con el manejo de cada unidad de producción, la cual incluyó: el tipo de operación, el tipo de ordeña y manejo reproductivo, y si se usó inseminación artificial o monta natural.

Diagnóstico serológico

Las muestras se procesaron por serología usando una prueba ELISA indirecta en la Unidad de Diagnóstico de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, en Veracruz. La prueba de ELISA indirecta en serie se llevó a cabo para procedimientos de tamizado y confirmatorios con el uso de los kits comerciales (IDEXX Laboratories CAEV/MVV™), de acuerdo con lo establecido por la Organización Mundial de Salud Animal (OIE, 2008) con una sensibilidad general de 100% y una especificidad de 99.8%. La prueba de tamizado (filtro CHEKIT CAEV/MVV IDEXX™) se llevó a cabo en todos los sueros. Cada suero de tamizado positivo se analizó con el kit de verificación CHEKIT CAEV/MVV IDEXX™ con el fin de confirmar los resultados del tamiz. En ambas pruebas se leyó la absorbancia

RESULTS AND DISCUSSION

The screening test showed that 41 out of 564 goats sampled, resulted positives; however, only 36 of them were positive to the confirmatory test. Overall seroprevalence (6.4%, 36/564) in this study (Table 1) is higher compared to the 0.4% found by Torres *et al.* (2003) for the state of Yucatan, but close to the 5.8% described by Adams *et al.* (1984) for states of central Mexico. It is also higher than the 2.73% determined in Korea (Oem *et al.*, 2012), the 5.1% found in the Sultanate of Oman (Tageldin *et al.*, 2012), and the 5.9% established in Thailand (Kanisak *et al.*, 2011). On the contrary, the seroprevalence to CAE in this study is lower than the 8.9% reported for Jordan (Al-Qudah *et al.*, 2006) and the 42% determined in Norway (Nord *et al.*, 1998).

CAEV seroprevalence by municipality was 64.3% (9/14, Table 1). No seropositive goats were found in the municipalities de Jalacingo, Chiconquiaco, Emiliano Zapata, Tatatila and Ixhuacan. Positive goats were detected in nine municipalities (Table 2).

In this study herd seroprevalence in four municipalities ranged between 50 and 60% (Table 3). The average herd seroprevalence identified in our study (22.3%) was higher than the 3.6% found by Torres *et al.* (2003) in Yucatan but is lower than the 28.6% reported in other states of Mexico (Adams *et al.*, 1984). In Paraíba, Brazil, Bandeira *et al.* (2009) studied 60 goat herds from 15 municipalities and they found an overall seroprevalence of 8.2%, but it was 86.6% by municipality, which is higher than our result (64.3%). However, both studies agree because although the overall seroprevalence is apparently low, it is higher by municipality, which means that the disease is spreading in the municipalities where the two studies were carried out.

con un lector de microplacas (Biorad™ Model 680) a 450 nm. El programa XChex se utilizó para interpretar los valores de absorbancia obtenidos. Los sueros positivos en ambas pruebas se consideraron como positivos para VAEC.

Análisis estadístico

Un análisis estadístico se realizó por medio de epidemiología descriptiva. La seroprevalencia se determinó por medio del programa en línea VassarStats para estimar proporciones e intervalos de confianza, según lo propuesto por Thrusfield (2005). La asociación entre las variables de estudio en los cuestionarios y la seropositividad se calculó con la Razón de Momios (RM) en el programa Win Episcope Ver. 2.0. El análisis univariado con la prueba de chi cuadrada se usó para encontrar una asociación entre la seropositividad a la AEC y cada factor de riesgo considerado, tanto a nivel de rebaño como individual. Para elucidar los factores de riesgo asociados con la seropositividad al VAEC, se puso a prueba la interacción entre variables con un modelo de regresión logística multivariada en Minitab Ver. 13. Las cabras que presentaron signos clínicos consistentes con AEC se agruparon según su estado de seropositividad al VAEC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tamizado demostró que 41 de 564 cabras muestreadas resultaron positivas; sin embargo, únicamente 36 de ellas fueron positivas a la prueba confirmatoria. La seroprevalencia general (6.4%, 36/564) en este estudio (Cuadro 1) es mayor en comparación con el 0.4% encontrado por Torres *et al.* (2003) para el estado de Yucatán, pero más cercano al 5.8% descrito por Adams *et al.* (1984) para estados del centro del país. También es mayor que el 2.73% determinado en Corea (Oem *et al.*, 2012), el 5.1% hallado en el Sultanato de Oman (Tageldin *et al.*, 2012), y el 5.9% registrado en Tailandia (Kanisak *et al.*, 2011).

Table 1. CAEV seroprevalence in goats from the central municipalities of Veracruz, Mexico by indirect ELISA testing.

Cuadro 1. Seroprevalencia del VAEC en cabras de municipios del centro de Veracruz, México por medio de la prueba indirecta de ELISA.

Prevalence	Total (No.)	Positives (No.)	Prevalence (%)	[†] _{95 %} CI
General	564	36	6.4	4.6-8.7
By municipality	14	9	64.3	38.7-83.6
By herd	81	18	22.3	14.5-32.4

[†]_{95 %} CI: Confidence interval at 95% ♦ _{95 %} IC: intervalo de confianza al 95%.

Table 2. CAEV seroprevalence in goats by municipality in central Veracruz, Mexico.
Cuadro 2. Seroprevalencia del VAEC en cabras por municipio, en el centro de Veracruz, México.

Municipality	Prevalence (%)	[†] _{95 %} CI	Odds ratio	[†] OR _{95 %} CI
Coatepec	26.8 (11/41)	15-41	17.6	2.16-143.34
Coacoatzintla	22.2 (8/36)	11-38	13.71	1.62-115.46
Yecuatla	8.8 (3/34)	3-22	4.64	0.46-46.69
Tlacolulan	7.7 (3/39)	2-20	4.0	0.39-40.06
Las Vigas	7.3 (3/41)	3-19	3.7	0.37-37.9
Perote	5.4 (4/74)	2-14	2.74	0.29-25.3
Villa Aldama	4.1 (2/49)	1-13	2.04	0.17-23.29
Las Minas	3.0 (1/33)	0-15	1.5	0.09-24.85
Xico	2.0 (1/49)	0-10	1.0	0.03-2.13
Total	6.4	4.6-8.7		

[†]_{95 %} CI: Confidence interval at 95%. [†]OR_{95 %} CI: Odds ratio confidence interval at 95%

♦ [†]_{95 %} CI: intervalo de confianza al 95%. [†]OR_{95 %} CI: intervalo de confianza de la Razón de Momios al 95%.

Table 3. CAEV seroprevalence by herd in goats from 14 municipalities of the state of Veracruz, Mexico.
Cuadro 3. Seroprevalencia del VAEC por rebaño en cabras de 14 municipios del estado de Veracruz, México.

Municipality	Sampled herds (No.)	Positive herds (No.)	Prevalence (%)	[†] _{95 %} CI	Odds ratio
Coacoatzintla	5	3	60.0	0.87-207.6	13.5
Coatepec	5	3	60.0	0.87-207.6	13.5
Yecuatla	5	3	60.0	0.87-207.6	13.5
Las Vigas	6	3	50.0	0.65- 122.8	9.0
Villa Aldama	7	2	28.6	0.25-50.0	3.6
Las Minas	5	1	20.0	0.11-45.7	2.2
Tlacolulan	6	1	16.6	0.09-35.4	1.8
Xico	7	1	14.3	0.07-28.89	1.5
Perote	10	1	10.0	2-40	1.0

[†]_{95 %} CI: Confidence interval at 95% ♦ [†]_{95 %} CI: intervalo de confianza al 95%.

Herd seroprevalence in other countries tends also to be higher: 23.2% in Jordan (Al-Qudah *et al.*, 2006), 31% in Thailand (Kanisak *et al.*, 2011), 73% in USA (Cutlip *et al.*, 1992), 82% in Australia (Grewal *et al.*, 1986), and in Norway it ranged between 11.5 to 71.1% (Nord *et al.*, 1998). Smith and Sherman (2009) pointed out seroprevalence in imported goats or in those in contact with them (Smith *et al.*, 2009). Although, in our study no goats were imported from other countries, some came from Queretaro and Guanajuato states, where seroprevalence was identified; and, in those states, government genetic improvement programs support goat trading among farmers. Hence, goats coming into Veracruz from CAE affected states might explain, at least in part,

Por otra parte, la seroprevalencia a AEC en este estudio es menor que el 8.9% reportado para Jordania (Al-Qudah *et al.*, 2006) y el 42% determinado en Noruega (Nord *et al.*, 1998).

La seroprevalencia del VAEC por municipio fue de 64.3% (9/14, Cuadro 1). No se encontraron cabras seropositivas en los municipios de Jalacingo, Chiconquiaco, Emiliano Zapata, Tatatila o Ixhuacan. En nueve municipios se encontraron cabras seropositivas (Cuadro 2).

En este estudio, la seroprevalencia de rebaños en cuatro municipios fue de entre 50 y 60% (Cuadro 3). La seroprevalencia de rebaño promedio encontrada en el presente estudio (22.3%) fue mayor que el 3.6% notificado por Torres *et al.* (2003) en Yucatán,

the spreading of this disease (Adams *et al.*, 1984; Tesoro *et al.*, 2003).

In regard to the productive status of seropositive goats, 44% were dairying goats, 33% bucks, 17% fresh does, 3% were pregnant and 3% were dry females. Highest seroprevalence were observed among bucks, dairying or milking goats and fresh does (Table 4).

In this study, owners of most of the herds were trading, sharing or selling bucks without any knowledge of its sanitary status, and consequently increasing the risk of spreading diseases among herds. Moreover, the absence of lesions in the reproductive system, confirms the possibility of spreading the disease by venereal contact, as described by Martinez *et al.* (2005), who identified the presence of CAEV in semen and reproductive system, but were unable to find changes in reproductive variables or any physical alterations.

The highest number of positive goats was found among milking does; hence, this productive stage is important for spreading the disease. Smith and Sherman (2009) noted that the risk of infection in adult does increases by sharing milking machines or by neglecting hygienic practices such as washing hands and goat udders when milking by hand. This is because CAEV can be found in the milk and it may spread through milk backflow due to vacuum fluctuations in the milking system, or by milk dripping from the mammary gland after milking (Smith and Sherman, 2009). Also, Castro *et al.* (2002) found a higher seroconversion rate at the period between the beginning of the breeding up to the last half of lactation and at the beginning of breeding.

aunque fue menor al 28.6% reportado en otros estados de México (Adams *et al.*, 1984). En Paraíba, Brasil, Bandeira *et al.* (2009) estudiaron 60 rebaños de cabras de 15 municipios y encontraron una seroprevalencia general de 8.2%, pero fue de 86.6% por municipio, lo cual es mayor a nuestro resultado (64.3%). Sin embargo, ambos estudios concuerdan, ya que, a pesar de que la seroprevalencia general aparenta ser baja, es mayor por municipio, lo cual significa que la enfermedad se está propagando en los municipios donde ambos estudios se llevaron a cabo.

La seroprevalencia en rebaños de otros países también tiende a ser mayor: 23.2% en Jordania (Al-Qudah *et al.*, 2006), 31% en Tailandia (Kanisak *et al.*, 2011), 73% en EE. UU. (Cutlip *et al.*, 1992), 82% en Australia (Grewal *et al.*, 1986), y en Noruega osciló entre 11.5 y 71.1% (Nord *et al.*, 1998). Smith y Sherman (2009) señalaron seroprevalencia en cabras importadas o cabras locales en contacto con importadas (Smith *et al.*, 2009). Aunque en nuestro estudio no se importaron cabras de otros países, algunas se trajeron de los estados de Querétaro y Guanajuato, donde se identificó seroprevalencia, y en dichos estados, los programas gubernamentales de mejora genética apoyan la comercialización caprina entre productores. Por ello, las cabras llevadas a Veracruz desde estados afectados por la AEC podrían explicar, al menos en parte, la propagación de esta enfermedad (Adams *et al.*, 1984; Tesoro *et al.*, 2003).

Con respecto al estado productivo de las cabras seropositivas, 44% fueron cabras en ordeña, 33% machos, 17% hembras recién paridas, 3% estaban preñadas y 3% eran hembras secas. La seroprevalencia más alta se observó entre machos, cabras en ordeña y en hembras recién paridas (Cuadro 4).

Table 4. CAEV seroprevalence by goats' productive stage in 14 municipalities of the state of Veracruz, Mexico.
Cuadro 4. Seroprevalencia de VAEC por edades productivas de cabras en 14 municipios del estado de Veracruz, México.

Productive stage	Sampled Animals, (No.)	Positive Animals, (No.)	Prevalence, (%)	[†] _{95 %} CI	Odds ratio
Bucks	79	12	15.2	8.9-24.7	10.0
Fresh does	80	6	7.5	32.2-14.4	4.54
Milking goats	277	16	5.8	3.6-9.2	3.43
Dry goats	28	1	3.6	0.6-17.7-	2.04
Does	57	1	1.8	0.0-9.2	1.0
Weaned kids	43	0	0.0	0-0	0.0
TOTAL	564	36	6.4	4.6-8.7	

[†]_{95 %} CI: Confidence interval at 95% ♦ _{95 %} CI: intervalo de confianza al 95 %.

In this study, 7 to 12 months-old females were 2.5 times ($_{95\%}$ CI, 1.5 - 5.1) more likely to be seropositive (Table 5). In Jordan, highest CAEV seroprevalence was observed in goats older than 3-years and younger than 6-years of age (Al- Qudah *et al.*, 2006). Rowe and East (1997) pointed out that infected does and kids born by normal delivery, are 10% more likely to seroconvert after six months of age, although they were fed pasteurized colostrum and milk, which indicates that the offspring were exposed to vaginal secretions during delivery or by interaction with other infected goat herds.

The largest sampled age stratum was between 30 and 48 months-old; however, although goats were included from 3 months-old on, none less than 7 months-old resulted positive (Table 5). The highest seroprevalence occurred between 7 and 12 months-old (11.5%; $_{95\%}$ CI, 6.9 - 19.6).

Most positive goats were born in the sampled farms, but others came from Querétaro, Guanajuato, Jalisco, San Luis Potosí, and Puebla (Table 6). Goats

En este estudio, los dueños de la mayoría de los rebaños comercializaban, compartían o vendían machos sin conocimiento de su estado sanitario, y en consecuencia aumentaban el riesgo de propagar enfermedades entre rebaños. Además, la ausencia de lesiones en el sistema reproductivo confirma la posibilidad de propagar la enfermedad por contacto venéreo, según lo descrito por Martínez *et al.* (2005), quienes identificaron la presencia de VAEC en el semen y sistema reproductivo, pero no pudieron encontrar cambios en las variables reproductivas o alguna alteración física.

El mayor número de cabras positivas se halló entre hembras lecheras; por lo tanto, este estado reproductivo es importante para la propagación de la enfermedad. Smith y Sherman (2009) señalaron que el riesgo de infección en hembras lecheras aumenta al compartir máquinas para ordeñar o al descuidar prácticas higiénicas como el lavado de manos o de las ubres caprinas al ordeñar a mano. Esto se debe a que el VAEC puede encontrarse en la leche y se

Table 5. CAEV seroprevalence by age of goats in 14 municipalities of the state of Veracruz, Mexico.
Cuadro 5. Seroprevalencia de VAEC por edad en cabras de 14 municipios del estado de Veracruz, México.

Age (months)	Sampled goats (No.)	Positive goats (No.)	Prevalence (%)	$_{95\%}$ CI	Odds ratio	$_{95\%}$ CI
3-6	41	0	0	0-0	0.0	0-0
7-12	104	12	11.5	6.9-19.6	2.57	1.2-5.1
13-24	89	4	4.5	1.2-11.0	1.0	0.2-1.9
30-48	254	16	6.3	3.9-10.0	1.4	0.5-1.9
≥ 60	76	4	5.3	2.1-12.8	1.17	0.3-2.3

$_{95\%}$ CI: Confidence interval at 95 %. $_{95\%}$ OR CI: Odds ratio confidence interval at 95% $\diamond$ $_{95\%}$ CI: intervalo de confianza al 95 %. $_{95\%}$ OR CI: intervalo de confianza de la Razón de Momios al 95 %.

Table 6. CAEV seroprevalence by origin of goats in 14 municipalities of the state of Veracruz, Mexico.
Cuadro 6. Seroprevalencia del VAEC por origen de cabras en 14 municipios del estado de Veracruz, México.

Provenance	Sampled goats (No.)	Positive goats (No.)	Prevalence (%)	$_{95\%}$ CI	Odds ratio
Jalisco	2	1	50	9.5-90.6	16.72
Querétaro	6	2	33.3	9.7-70.0	8.36
Guanajuato	16	5	31.3	14.2-55.6	7.60
Puebla	9	1	11.1	2.0-43.5	2.09
Veracruz	134	4	3	1.2-7.4	0.51
San Luis Potosí	1	1	100	20.7-100	-
Herd born	390	22	5.6	3.8-8.4	1.00

$_{95\%}$ CI: Confidence interval at 95% $\diamond$ $_{95\%}$ CI: intervalo de confianza al 95%.

coming from Michoacán (0/3), Tlaxcala (0/2) or borrowed (0/2) tested negative.

In our study, according to goat provenance, those coming from other states such as Puebla, Querétaro, and Guanajuato seemed to pose a threat to local herds, even though low numbers call for caution (Table 6). This situation was noted by Torres *et al.* (2003), who reported that moving goats to other farms lacking a CAEV testing is a risk to native goats in an area without evidence of infection, since they observed positive goats in Yucatan coming from the neighbor Campeche and from California. Moreover, Adams *et al.* (1984), who conducted one of the first studies on CAEV, stated that USA is one of the countries where the disease seroprevalence is high. This agrees with Trigo (1991), who reported that CAEV introduction into Mexico was due to the importation of goats from USA and Canada.

A high seroprevalence of CAEV was identified in the states of Queretaro (33.3%) and Guanajuato (31.3%). Therefore, the mobilization of goats from these and other infected states into Veracruz explains the spreading of CAEV (Adams *et al.*, 1984; Tesoro *et al.*, 2003). Goat mobilization as a significant risk factor ($p \leq 0.05$) associated to CAEV, may be explained by the fact that many bucks and some females came from states where this disease is a common health problem. Once introduced to Veracruz, the situation was exacerbated by buck trading and exchange of females among farmers, except those that were reviewed and tested by a veterinarian to ensure a health status for CAEV and other infectious diseases.

Besides, many seropositive goats never showed an injury associated with CAE, which makes it easier for producers and professionals to trust and allow mobilization of goats without prior disease control, because the development of lesions after seroconversion depends on many factors. It also indicates that the goats most likely to present signals, are those from herds with a high seroprevalence rate and unsatisfactory hygienic characteristics (Badiola *et al.*, 2009). In a longitudinal study, it was found that the lack of any control measures in the herd and unlimited contact between kids and their dams led to an annual increase of seroprevalence rate (Berriatua *et al.*, 2003).

Out of the total, 31.7% goats showed some clinical signs in the past, but among the positives, 47% showed no clinical signs consistent with CAE.

puede transmitir a través del reflujo de la leche por fluctuaciones del vacío en el sistema de ordeña, o por el goteo de leche de la glándula mamaria después de la ordeña (Smith y Sherman, 2009). Además, Castro *et al.* (2002) encontraron una tasa de seroconversión mayor en el periodo entre el inicio del apareamiento hasta la última mitad de la lactancia, así como al inicio del apareamiento.

En este estudio, las hembras de entre 7 y 12 meses tenían 2.5 veces mayor posibilidad ($_{95\%}$ CI, 1.5 - 5.1) de ser seropositivas (Cuadro 5). En Jordania, la mayor seroprevalencia de VAEC se observó en cabras de edades mayores a los 3 años y menores a los 6 años (Al-Qudah *et al.*, 2006). Rowe e East (1997) señalaron que las hembras y cabritos infectados, nacidos por parto normal, tienen una posibilidad 10% mayor de seroconvertir después de los seis meses de edad, aun alimentados con leche y calostro pasteurizado; lo cual indica que las crías estuvieron expuestas a secreciones vaginales durante el parto, o por interacción con otros rebaños de cabras infectadas.

El estrato de edad con la muestra de mayor tamaño fue el de 30 y 48 meses; sin embargo, aunque las cabras se incluyeron a partir de los 3 meses de edad, ninguna de menos de 7 meses resultó positiva (Cuadro 5). La mayor seroprevalencia ocurrió entre las edades de 7 y 12 meses (11.5 %; $_{95\%}$ CI, 6.9 - 19.6).

La mayoría de las cabras positivas nacieron en las unidades de producción muestreadas, pero otras provenían de Querétaro, Guanajuato, Jalisco, San Luis Potosí y Puebla (Cuadro 6). Las cabras provenientes de Michoacán (0/3), Tlaxcala (0/2) o prestadas (0/2) dieron resultados negativos en la prueba.

En el presente estudio, según la procedencia de las cabras, las que venían de otros estados tales como Puebla, Querétaro y Guanajuato parecían representar una amenaza para los rebaños locales, aunque las cifras bajas se deben considerar con precaución (Cuadro 6). Torres *et al.* (2003) señalaron que, el traslado de cabras a otras unidades sin pruebas de VAEC es un riesgo para las cabras nativas en un área sin evidencia de infección, ya que encontraron cabras positivas en Yucatán que se habían trasladado desde el colindante estado de Campeche, y desde California. Además, Adams *et al.* (1984), quienes realizaron uno de los primeros estudios sobre la VAEC, afirmaron que EE.UU. es uno de los países con niveles altos de seroprevalencia de la enfermedad. Esto concuerda con Trigo (1991), quien reportó que la introducción de VAEC

The other goats showed at least one clinical sign suggestive of CAEV, in the past (Table 7).

Most seropositive goats showed no evidence of injury, so for CAE the absence of clinical signs does not indicate that goats are free from this disease. This fact allowed the spread of virus within the herd despite seroconversion (Badiola *et al.*, 2009; Pearson and Kinsley, 2009). In our study, 47% of positive goats showed no clinical sign commonly associated with CAE. Close contact between goats for long periods favors CAEV spreading due to the constant exposure to secretions of sick animals (Berriatua *et al.*, 2003; Peterhans *et al.*, 2004).

Thus, in semi-confined farms included in our study, the infection spreads by contact when goats are gathered at night, during milking and when nutritional supplementation takes place, among others common activities. Regardless of the other risk factors observed, the interaction with this type of production system was significant ($p \leq 0.001$). Hence, the production system is a risk factor because there is more chance of infection due to close contact between goats housed in confined or semi-intensive systems, due to aerosol spraying or by mere coexistence (Peterhans *et al.*, 2004; Rowe *et al.*, 1991).

As for the individually identified risk factors, these were goats in the municipalities of Coatepec (OR 13.5), Coacoatzintla (OR 13.5), and Yecuatla (OR 13.5), bucks (OR 10.0), and goats between 7 and 12 months of age (OR 2.57). Goats imported from Jalisco (16.72), Querétaro (OR 8.63) and Guanajuato (OR 7.6) were recognized as risk factors.

Table 7. Frequency of previous clinical signs in goats tested for CAEV in 14 municipalities of the state of Veracruz, Mexico.

Cuadro 7. Frecuencia de signos clínicos previos en cabras con pruebas para VAEC en 14 municipios del estado de Veracruz, México.

Clinical signs	Present	Absent	Odds ratio
Arthritis	56	508	1.0
Respiratory distress	75	489	1.34
Mastitis	26	538	0.46
Milk yield reduction	13	551	0.23
Loss of appetite	9	555	0.16
Body condition loss	6	558	0.11
No clinical signs	385	179	-

a México se debió a la importación de cabras desde los EE.UU. y Canadá.

Una seroprevalencia alta del VAEC se identificó en los estados de Querétaro (33.3%) y Guanajuato (31.3%). Por lo tanto, la movilización de cabras de estos y otros estados con infección hacia Veracruz explica la propagación de VAEC (Adams *et al.*, 1984; Tesoro *et al.*, 2003). La movilización de cabras como un factor de riesgo significativo ($p \leq 0.05$) asociado a VAEC podría explicarse por el hecho de que muchos machos y algunas hembras provenían de estados en los que esta enfermedad es un problema de salud común. Una vez introducidas a Veracruz, la situación se vio exacerbada por el comercio de sementales y el intercambio de hembras entre productores, con excepción de los ejemplares revisados y evaluados por veterinarios para asegurar un estado de salud libre de VAEC y otras enfermedades infecciosas.

Además, muchas cabras seropositivas nunca presentaron lesiones relacionadas con AEC, lo cual facilita que los productores y profesionales permitan y confíen en la movilización de las cabras sin un control sanitario previo, ya que el desarrollo de lesiones después de la seroconversión depende de muchos factores; también indica que las cabras con mayor posibilidad de presentar lesiones son aquellas cabras procedentes de rebaños con una seroprevalencia alta y características de higiene insatisfactorias (Badiola *et al.*, 2009). En un estudio longitudinal, se encontró que la falta de medidas de control en el rebaño y el contacto ilimitado entre los cabritos y sus madres condujeron a un aumento anual en la tasa de seroprevalencia (Berriatua *et al.*, 2003).

Del total de cabras, 31.7% habían presentado signos clínicos, aunque, entre los positivos, 47% no mostraron signos clínicos consistentes con AEC; las demás cabras exhibieron al menos un signo clínico sugestivo de VAEC en el pasado (Cuadro 7).

La mayoría de las cabras seropositivas no presentaron evidencia de lesiones, así que, para la AEC la ausencia de signos clínicos no indica que las cabras se encuentren libres de esta enfermedad. Esto permitió la propagación del virus dentro del rebaño, a pesar de la seroconversión (Badiola *et al.*, 2009; Pearson and Kinsley, 2009). En nuestro estudio, 47% de las cabras que dieron positivo no mostraron signos clínicos asociados de manera típica con la AEC. El contacto cercano entre cabras durante largos periodos favorece la propagación de VAEC, debido a la constante

Among the clinical signs reported, the previous presence of respiratory distress was the main health problem observed (OR 1.34), but a high proportion of goats showed no clinical signs.

Konishi *et al.* (2004) in Japan and Torres *et al.* (2003) in Mexico found evidence of CAEV in goats imported for genomic improvement programs. These researchers indicated that the CAEV was most prevalent in imported goats, non-existent in goats without contact with imported goats, and more common in goats in contact with imported goats (Torres *et al.*, 2003). Many seropositive goats never show any clinical sign or injury that can be attributed to CAEV (Badiola *et al.*, 2009). Hence, farmers and veterinarians alike are confident and allow free goats mobilization without prior disease checking. In Mexico, veterinary authorities regulate imports of live goats for genetic improvement allowing only the introduction of those goats bought from goat flocks certified free of the disease; however, goats that carry the virus may not show any clinical signs. Serological latency may also take months or years before seroconversion takes place or it may never occur at all (Rimstad *et al.*, 1993).

In order to clarify the interaction between individual variables identified as significant risk factors, data were analyzed by logistic regression. However, no significant interaction among variables was detected.

Control and eradication of CAEV seems to be difficult to achieve. In Poland a control program based on weaning kids immediately after birth and rearing them on cow colostrum and milk allowed to reduce seroprevalence, but it did not eradicate the disease. Apparently, the disease turned endemic due to horizontal transmission and other limiting factors (Kaba *et al.*, 2011). In a control program for CAEV established in three Norwegian goat herds, the kids were removed from the infected herds at birth, avoiding any contact with the dam, and fed cow's colostrum and milk; groups were kept segregated from the seropositive groups by compact pen fences, and positive and indeterminate goats were culled. Two years after establishing the control program, the herd with the highest initial seroprevalence and in which infected and seronegative goats grazed on common pastures, had a higher seroconversion rate than the other herds (Nord *et al.*, 1998).

In Italy, a high seroprevalence and a low clinical incidence of lentivirus in goats was maintained as

exposición a las secreciones de animales enfermos (Berriatua *et al.*, 2003; Peterhans *et al.*, 2004).

Por ello, en las unidades de producción con semi-confinamiento incluidas en este estudio, la infección se propaga por contacto cuando las cabras se encuentran juntas por la noche, durante la ordeña y cuando se realiza la suplementación alimenticia, entre otras actividades comunes. A pesar de los demás factores de riesgo observados, la interacción con este tipo de sistema de producción fue significativo ($p \leq 0.001$). Por lo tanto, el sistema de producción es un factor de riesgo, ya que hay más posibilidad de infección por contacto físico entre cabras alojadas en sistemas confinados o semi-intensivos, debido a la aspersión del virus en aerosol o por la mera coexistencia (Peterhans *et al.*, 2004; Rowe *et al.*, 1991).

Respecto a la identificación individual de los factores de riesgo, fue en cabras de los municipios de Coatepec (RM 13.5), Coacoatzintla (RM 13.5), y Yecuatla (RM 13.5), machos (RM 10.0) y cabras de entre 7 y 12 meses de edad (RM 2.57). Las cabras procedentes de Jalisco (16.72), Querétaro (RM 8.63) y Guanajuato (RM 7.6) se reconocieron como factores de riesgo. Entre los signos clínicos reportados, la previa presencia de fallos respiratorios fue el principal problema de salud observado (RM 1.34), aunque una alta proporción de cabras no presentó signos clínicos.

Konishi *et al.* (2004), en Japón, y Torres *et al.* (2003), en México, hallaron evidencias de VAEC en cabras importadas para programas de mejora genética. Estos investigadores indicaron que VAEC fue más predominante en cabras importadas, inexistente en cabras sin contacto con cabras importadas, y más común en cabras en contacto con cabras importadas (Torres *et al.*, 2003). Muchas cabras seropositivas nunca muestran signos clínicos o lesiones que se puedan atribuir al VAEC (Badiola *et al.*, 2009). Por ello, tanto productores como veterinarios se sienten con la confianza de permitir la libre movilización de cabras sin una prueba de salud previa. En México, las autoridades veterinarias regulan las importaciones de cabras vivas para la mejora genética, al permitir solo la introducción de cabras compradas de rebaños certificadas como libres de enfermedades; sin embargo, las cabras que portan el virus pueden no presentar signos clínicos. La latencia serológica también puede tardar meses o años antes de que se lleve a cabo la seroconversión o incluso puede que nunca ocurra (Rimstad *et al.*, 1993).

culling clinically affected goats became a common practice (Guffler *et al.*, 2008). On the contrary, a CAE five-year eradication program in Japan showed that the combined use of isolated and milk-deprived rearing and periodical detection testing are effective in establishing a CAEV-free flock from an infected flock (Konishi *et al.*, 2001).

In our study, since CAEV is not a prior knowledge in regards of its seroprevalence and the health status of imported or even native goats, easy access of the virus to herds not infected with CAEV seemed to be promoted. In the herds where the presence of this disease was identified, it is necessary to conduct an epidemiological monitoring plan to establish the necessary measures for its control. The need to impose strict quarantine as well as the practice of testing and maybe slaughtering of positive goats imported from CAEV endemic areas for breeding, are suggested to prevent spreading the disease.

CONCLUSIONS

This study proved that CAEV was introduced into the state of Veracruz, and it is spreading as evidenced by the infection of the crossbred goats. Crossbreeding using infected goats may be the main source for spreading the disease and may contribute to impaired productivity of these animals.

Due to the relevance and spreading of CAE, it is necessary to conduct national field studies in order to identify seropositive goats, which were determined as a risk factor because of the common practice of moving them for breeding among different states and regions of Mexico.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was funded by the project "Integral study of main etiologic agents affecting small ruminants" granted by FUNPROVER code 30-2009-0896, under the responsibility of Dr. David Itzcoat Martínez-Herrera.

LITERATURE CITED

Adams, D. S., R. E. Oliver, E. Ameghino, J. C. Demartini, D. J. Verwoerd, D. J. Houwers, S. Waghele, J. R. Gorham, B. Hyllseth, M. Dawson, F. J. Trigo, and T. C. McGuire. 1984. Global survey of serological evidence of caprine arthritis encephalitis virus infection. *Vet. Rec.* 10: 493-495.

Para aclarar la interacción entre las variables individuales identificadas como factores significativos de riesgo, se analizaron los datos por regresión logística. Sin embargo, no se detectó interacción significativa entre variables.

El control y la erradicación de VAEC parecen ser difíciles de lograr. En Polonia, un programa de control con base en el destete de cabritos, en seguida del nacimiento y su crianza con calostro vacuno, permitió reducir la seroprevalencia, aunque no erradicó la enfermedad; aparentemente, la enfermedad se volvió endémica debido a la transmisión horizontal y a otros factores limitantes (Kaba *et al.*, 2011). En un programa de control de VAEC establecido en tres rebaños en Noruega, los cabritos se separaron al nacer de los rebaños infectados, para evitar cualquier contacto con la madre, y se alimentaron con calostro vacuno; estos grupos se mantuvieron separados de los grupos seropositivos por corrales cercados compactos, y se sacrificó a las cabras positivas e indeterminadas. Dos años después de establecido el programa de control, el rebaño con la mayor seroprevalencia inicial, y en el cual las cabras infectadas y seronegativas pastaron en pasturas comunes, presentaron una tasa de seroconversión mayor que los demás rebaños (Nord *et al.*, 1998).

En Italia, se mantuvo una seroprevalencia alta con una incidencia clínica de lentivirus baja en cabras cuando el desecho de cabras con afección clínica se convirtió en una práctica de rutina (Guffler *et al.*, 2008). Por el contrario, un programa de cinco años de erradicación de AEC en Japón demostró que, el uso combinado de pruebas de aislamiento, crianza con privación de leche materna y detección periódica, es efectivo para establecer rebaños libres de VAEC a partir de rebaños infectados (Konishi *et al.*, 2001).

En nuestro estudio, el carecer de un conocimiento previo de la seroprevalencia del VAEC y del estatus sanitario en cabras importadas o incluso nativas, pareció facilitar el acceso del virus a los rebaños no infectados con VAEC. En los rebaños en los cuales se identificó la presencia de esta enfermedad, es necesario llevar a cabo un plan de monitoreo epidemiológico para establecer las medidas necesarias para su control. Para prevenir la propagación de la enfermedad, se sugiere la necesidad de imponer una cuarentena estricta, así como la práctica de pruebas, y quizá el sacrificio de cabras positivas importadas para la reproducción desde áreas donde el VAEC es endémico.

- Al-Qudah, K. A. M. Al-Majali, and Z. B. Ismail. 2006. Epidemiological studies on caprine arthritis-encephalitis virus infection in Jordan. *Small Rum. Res.* 66: 181-186.
- Bandeira, D. A., R. S. Castro, E. O. Azevedo, S. M. Souza, and C. B. Melo. 2009. Seroprevalence of caprine arthritis-encephalitis virus in goats in the Cariri region, Paraíba state, Brazil. *Vet. J.* 180: 399-401.
- Badiola, J. J., Z. B. Amorena, E. Biesca, L. L. Luján, and M. Pérez. 2009. Mecanismos Patógenos y respuesta inmune. *Ovis* 88: 19-27.
- Bedotti, D., A. G. Gómez, A. García, M. Sánchez, J. Perea, and V. Rodríguez. 2007. Productive structure of caprine farms in Pampean west (Argentina). *Arch. Zootec.* 56: 91-94.
- Berriatua, E., V. Alvarez, B. Extramania, L. Gonzalez, M. Daltabuit, and R. A. Juste. 2003. Transmission and control implications of seroconversion to Maedi-Visna virus in Basque dairy sheep flocks. *Prev. Vet. Med.* 60: 265-279.
- Callado, A. K. C., R. S. Castro, and M. F. S. Teixeira. 2001. Lentiviruses of small ruminants (CAEV and Maedi-Visna): a review and perspectives. *Pesq. Vet. Bras.* 21: 87-97.
- Callapiña, E.E., and G. H. Rivera. (2002). Seroprevalencia de artritis encefalitis caprina en el noreste de la provincia de Yauyos, Lima. *Rev. Invest. Vet. Perú* 13: 87-90.
- Castillo, V. Y. C., and F. C. Hernández. 2004. Serologic prevalence of caprine arthritis encephalitis (CEA) in the locations of el Rosal and Subachoque (Cundinamarca) using the gel immuno-difusion technique. *Rev. Med. Vet. (Bogotá)* 7: 65-81.
- Castro, R. S., R. C. Leite, E. O. de Azevedo, M. Resende, and A. M. G. Gouveia. 2002. Seroconversion and seroreactivity patterns of dairy goats naturally exposed to caprine arthritis-encephalitis virus in Brazil. *Ciencia Rural* 32: 603-607.
- Cork, L. C., W. J. Hadlow, T. B. Crawford, J. R. Gorham, and R. C. Piper. 1974. Infectious leuko-encephalomyelitis of young goats. *J. Infect. Dis.* 129: 134-141.
- Crawford, T. B., D. S. Adams, W. P. Cheevers, and L. C. Cork. 1980. Chronic arthritis in goats caused by a retrovirus. *Science* 207: 997-999.
- Cutlip, R. C., H. D. Lehmkuhl, J. M. Sacks, and A. L. Weaver. 1992. Prevalence of antibody to caprine arthritis encephalitis virus in goats in the United States. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 200: 802-805.
- Ghanem, Y. M., S. A. El-Khodery, A. A. Saad, S. A. Elragaby, A. H. Abdelkader, and A. Heybe. 2009. Prevalence and risk factors of caprine arthritis encephalitis virus infection (CAEV) in Northern Somalia. *Small Rum. Res.* 85:142-148.
- Grewal, A. S., P. E. Greenwood, R.W. Burton, J. E. Smith, E. M. Batty, and R. North. 1986. Caprine retroviruses infection in New South Wales: virus isolations, clinical and histopathological findings and prevalence of antibody. *Aust. Vet. J.* 63: 245-248.
- Gufler, H., P. Moroni, S. Casu, and G. Pisoni. 2008. Seroprevalence, clinical incidence, and molecular and epidemiological characterization of small ruminant lentivirus in the indigenous Passirian goat in northern Italy. *Arch Virol* 153: 1581-1585.
- Kaba, J., E. Bagnicka, M. Czopowicz, M. Nowicki, L. Witkowski, and O. Szalus-Jordanow. 2011. Long-term study on the spread of caprine arthritis-encephalitis in a goat herd. *Centr. Eur. J. Immunol.* 36:170-173.

CONCLUSIONES

Este estudio demostró que el VAEC se introdujo al estado de Veracruz, y se está propagando, como se comprobó por la infección de las cabras producto de las cruas. El cruzamiento con cabras infectadas puede ser la fuente principal de propagación de la enfermedad y puede contribuir a la productividad reducida de estos animales.

Debido a la importancia de la propagación de AEC, es necesario realizar estudios de campo a nivel nacional para identificar a las cabras seropositivas, las cuales constituyen un factor de riesgo debido a la práctica común de moverlas con fines reproductivos entre diferentes estados y regiones de México.

—Fin de la versión en Español—



- Kanisak, T. N. L. S. N., O. P. Virakul, and M. Techakumphu. 2011. Seroprevalence and risk factors associated with Caprine Arthritis-Encephalitis virus infection in goats in the Western part of Thailand. *Thai J. Vet. Med.* 41: 353-360.
- Konishi, M., Y. Nagura, N. Takei M. Fujita, K. Hayashi, M. Tsukioka, T. Yamamoto, K. Kameyama, H. Sentsui, and K. Murakami. 2001. Combined eradication strategy for CAE in a dairy goat farm in Japan. *Small Rum. Res.* 99: 65-71.
- Konishi, M., S. Tsuduku, M. Haritani, K. Murakami, T. Tsuboi, C. Kobayashi, K. Yoshikawa, K.M. Kimura, and H.: Sentsui. 2004. An epidemic of caprine arthritis encephalitis in Japan: isolation of the virus. *J. Vet. Med. Sci.* 66: 911-917.
- Lilenbaum, W., G. N. de Souza, P. Ristow, M. C. Moreira, F. Fráguas, V. S. Cardoso, and W. M. R. Oelemann. 2007. A serological study on *Brucella abortus*, caprine arthritis-encephalitis virus and *Leptospira* in dairy goats in Rio de Janeiro, Brazil. *Vet. J.* 173: 408-412.
- Martínez, H. A., A. H. Ramírez, P. J. Tórtora, S. A. Aguilar, F. G. Garrido, and C. J. Montaraz. 2005. Effect of the caprine arthritis-encephalitis virus in the reproductive system of male goats. *Vet. Méx.* 36: 159-176.
- Martins, G., B. Penna, C. Hammond, R. Leite, A. Silva, A. Ferreira, F. Brandão, F. Oliveira, and W. Lilenbaum. 2012. Leptospirosis as the most frequent infectious disease impairing productivity in small ruminants in Rio de Janeiro, Brazil. *Trop. Anim Hlth. Prod.* 44: 773-777.
- Mathews, J. G. 2009. Diseases of the Goat. Third edition. Wiley-Blackwell. New Jersey. pp: 105-110.
- Mogollón, J. 1988. Artritis – Encefalitis caprina su prevención y control. *Rev. Trim. Inst. Col. Agrop.* 22:1-15.
- Narayan, O., and J. E. Clements. 1990: Biology and pathogenesis of lentiviruses of ruminant animals. *In:* R. C. Gallo and F. Wong-Staal (ed). *Retrovirus Biology and Human Disease*. Marcel Dekker. New York. pp: 117-146.

- Nord, K., E. Rimstad, A. K. Storset, and T. Løken. 1998. Prevalence of antibodies caprine arthritis-encephalitis virus in goat herds in Norway. *Small Rum. Res.* 28: 115-121.
- OIE. 2008. World Organization for Animal Health: Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. 7th Edition. World Organization for Animal Health. Paris. pp: 983-991. http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.07.03-04_CAE_MV.pdf
- Oem, J. K., J. Y. Chung, J. W. Byun, H. Y. Kim, D. Kwak, and B. Y. Jung. 2012. Large-scale serological survey of Caprine Arthritis-Encephalitis Virus (CAEV) in Korean Black goats (*Capra hircus aegagrus*). *J. Vet. Med. Sci.* 74: 1657-1659.
- Peterhans, E., T. Greenland, J. Badiola, G. Harkiss, G. Bertoni, B. Amorena, M. Eliazewics, R. Juste, R. Krabnigh, J. P. Lafoti, P. Lenihan, G. Petursson, G. Pritchard, J. Thorley, C. Vitu, J. F. Mornex, and M. Pepin. 2004. Routes of transmission and consequences of small ruminant lentiviruses (SRLVs) infection and eradication schemes. *Vet. Res.* 35: 257-274.
- Pearson, L. D., and K. A. Knisley. 2009. Effector mechanisms against viral infections. *In: Morrison, W. I. The Ruminant Immune System in Health and Disease.* Cambridge University Press. Cambridge, MA. pp: 458-476.
- Rowe, J. D., and N. E. East. 1997. Risk factor of transmission and methods for control of caprine arthritis-encephalitis virus infection. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 13: 25-53.
- Rowe, J. D., N. E. East, and M. C. Thurmond. 1991. Risk factors associated with caprine arthritis-encephalitis virus infection in goats on California dairies. *Am. J. Vet. Res.* 52: 510-514.
- Rimstad, E., N. E. East, M. Torten, J. Higgins, E. DeRock, and N. C. Pederson. 1993. Delayed seroconversion following naturally acquired caprine arthritis-encephalitis virus infection in goats. *Am. J. Vet. Res.* 54: 1858-1862.
- Smith, M.C., and D.M. Sherman. 2009. *Goat Medicine.* 2nd edition. Wiley-Blackwell. New Jersey. pp: 73-79.
- Tageldin, M. H., E. H. Johnson, R. M. Al-Busaidi, K. R. Al-Habsi, and S. S. Al-Habsi. 2012. Serological evidence of caprine arthritis-encephalitis virus (CAEV) infection in indigenous goats in the Sultanate of Oman. *Trop. Anim. Hlth. Prod.* 44: 1-3.
- Tesoro, C. E., G. R. Hernández, R. A. Martínez, A. H. Ramírez, O. M. Trujillo, S. R. Kretschmer, and S. A. Aguilar. 2003. Immunoelctrotransference detection of antibodies against caprine encephalitis virus (CAEV). *Vet. Méx.* 34: 119-127.
- Torres, A. J., R. E. Gutiérrez, V. Butler, A. Schmidt, J. Evans, J. Babington, K. Bearman, T. Fordham, T. Brownlie, S. Schroer, G. E. Cámara, and J. Lightsey. 2003. Serological survey of caprine arthritis-encephalitis virus in 83 goat herds of Yucatán, México. *Small Rum. Res.* 49: 201-211.
- Thrusfield, M. 2005. *Veterinary Epidemiology.* Blackwell Science. Oxford, UK. pp: 220-223.
- Trezeguet, M. A., R. T. Debenedetti, M. F. Suarez, L. E. Barral, and M. Ramos 2010. Detection of Arthritis-Encephalitis Caprine, in commercial goat herds, in Argentine Republic. *Vet. Arg.* 27: 1-5.

