

Factores de riesgo de tuberculosis bovina en rodeos lecheros de las provincias de Córdoba y Santa Fe

Risk factors for bovine tuberculosis in dairy herds in Cordoba and Santa Fe provinces

Garro¹, C., Abdala³, A., Garbaccio¹, S., Späth², E., León¹, E. y Paolicchi², F.

Instituto de Patobiología INTA Castelar

Instituto Nacional Tecnología Agropecuaria Estación Experimental Agropecuaria, Balcarce

Instituto Nacional Tecnología Agropecuaria Estación Experimental Agropecuaria, Rafaela

Resumen

Se realizó un estudio de casos y controles para evaluar la asociación entre el manejo de rodeos lecheros y la ocurrencia de tuberculosis bovina (TBB). Se desarrolló un cuestionario para analizar los datos de 31 rodeos casos y 31 rodeos controles pertenecientes a 8 departamentos de las provincias de Córdoba y Santa Fe. Los potenciales factores de riesgo evaluados incluyeron características de la tasa de contacto, la alimentación de las terneras y el ingreso de bovinos. La alimentación con leche cruda a las terneras, la carga animal, el agrupamiento de las vacas en un único rodeo, los rodeos mixtos, el ingreso de vacas y el ingreso de toros no estuvieron asociados con la TBB. Pero se demostró un mayor riesgo de ocurrencia de TBB asociado a realizar el desmadre de las terneras a una edad superior a los cuatro días (OR = 4,5; IC 95% = 1,4 – 14,2) y a ingresar al establecimiento más de 19 vaquillonas en un período de tres años (OR = 3,3 IC 95% = 1,1 -10,2). La transmisión del *M. bovis* de una vaca infectada a una ternera puede ocurrir por aerosoles de las vías respiratorias o por el consumo de calostro infectado. Por lo que, minimizar el tiempo de contacto disminuiría el riesgo de transmisión de la enfermedad. El ingreso de vaquillonas desde otros establecimientos aumenta el riesgo de ocurrencia de TBB. El control sanitario adecuado de los bovinos que ingresan al rodeo lechero es importante para disminuir el riesgo de ocurrencia de TBB. La identificación de estos factores de riesgo contribuye a la implementación de medidas efectivas que ayuden al control de la TBB en rodeos lecheros.

Palabras clave: tuberculosis bovina, factores de riesgo, caso-control, rodeo lechero.

Summary

A case-control study was carried out to assess the association between the management of dairy herds and the occurrence of bovine tuberculosis (BTB). A questionnaire was developed to analyze the data of 31 herd cases and 31 herd controls belonging to eight districts of the provinces of Cordoba and Santa Fe. Potential risk factors assessed included characteristics of the contact rate, the calves feeding and cattle introduction. Feeding calves with raw milk, cow density, gathering of cows in one herd, type of farms, the introduction of cows and bulls were not

Recibido: septiembre de 2010

Aceptado: noviembre de 2010

1. Instituto de Patobiología INTA Castelar. C.C. 25 (1712) Castelar, Buenos Aires. cgarro@cnia.inta.gov.ar

2. INTA EEA, Balcarce. C.C. 276 (7620) Balcarce, Buenos Aires

3. INTA EEA, Rafaela. C.C. 22 (2300) Rafaela, Santa Fe.

associated with the occurrence of BTB. However, an increased risk of BTB was associated with weaning of calves at more than 4 days of age (OR = 4.5, 95% CI = 1.4 to 14.2) and introduction of more than 19 heifers during the three years (OR = 3.3 95% CI = 1.1 -10.2). The transmission of *M. bovis* from an infected cow to a calf may occur by respiratory aerosols or by consumption of infected colostrum. Therefore, minimizing the time of contact may reduce the risk of transmission of the disease. The introduction of heifers from other dairy herds can introduce the BTB. Thorough control of the cattle moving into the farm may reduce the risk of introducing of the disease. This knowledge will contribute to implement control measures that are affective in limiting the transmission of the disease in the dairy herds.

Key words: tuberculosis cattle, risk factors, case-control, dairy herds.

Introducción

La tuberculosis bovina (TBB) es una enfermedad infecciosa producida por el *Mycobacterium bovis* (*M. bovis*) que afecta principalmente al ganado vacuno, aunque puede infectar también a otras especies domésticas. El *M. bovis* es zoonótico y puede generar en el hombre los mismos síntomas que los producidos por el *Mycobacterium tuberculosis*, la causa más frecuente de tuberculosis humana.

La TBB ha sido descrita en rodeos bovinos de Argentina desde el año 1882 (Sívori en De Diego, 1974) y recientemente se la ha mencionado como enfermedad endémica, siendo nuestro país uno de los de mayor prevalencia (> 1%) en Sudamérica (Kantor y Ritacco, 2006). El bovino infectado es el principal reservorio y fuente de infección de la enfermedad (Radostitis et al., 2002), y su eliminación del rodeo, es fundamental para lograr el saneamiento.

La vía de transmisión más importante del *M. bovis* en bovinos es la respiratoria ya que, en el 90% de los animales afectados, se encuentran involucrados los linfonódulos del sistema respiratorio (Matthias, 1980; O'Reilly y Daborn, 1995; Moda et al., 1996; Menzies y Neill, 2000; Kistermann y Torres, 2000; Phillips et al., 2003). Se ha encontrado evidencia de la presencia del *M. bovis* en calostro (Serrano-Moreno et al., 2008) y leche (Zanini en Phillips et al., 2003; Fujimura Leite et al., 2003). Sin embargo, se estima que solo el 4% de las vacas positivas a las prueba tuberculínica elimina *M. bovis* por leche (Mathias, 1980).

La pasteurización de la leche produce la muerte de esta bacteria (Grant et al., 1996) y este tratamiento térmico es importante para evitar la transmisión del *M. bovis* al humano. El *M. bovis* puede eliminarse también por materia fecal y permanecer vivo en las pasturas por varios meses aunque el sol y la falta de humedad lo eliminan del ambiente (O'Reilly y Daborn, 1995). Es por esto que, la contaminación ambiental, tendría una importancia menor, en relación a la diseminación respiratoria, como vía de transmisión de la infección.

En Argentina, el Plan Nacional de Control y Erradicación de la TBB entró en vigencia con obligatoriedad, a partir del año 1998 con la resolución del SENASA N° 115/99 (Torres, 2009). El plan nacional contempla la utilización de pruebas tuberculínicas para el diagnóstico de TBB. Dichas pruebas son el estándar oficial de la Organización Internacional de Sanidad Animal (OIE) para el diagnóstico de la infección por *M. bovis* (OIE, 2008). La prueba tuberculínica ano-caudal (PAC) es la más utilizada en rodeos bovinos de Argentina y consiste en la inoculación de 0.1 ml de derivado proteico purificado en el pliegue ano-caudal interno. La lectura de la prueba se realiza 72 horas pos-inyección y su interpretación varía según la situación epidemiológica de cada rodeo, aunque una tumefacción del sitio de inoculación mayor a 5 mm es suficiente para considerar al animal como positivo. Si el veterinario obtiene en el rodeo resultados negativos a dos pruebas tuberculínicas consecutivas separas por 60-90 días, se puede

solicitar al SENASA la certificación de “establecimiento oficialmente libre”. La aplicación del plan de control y erradicación de TBB ha incrementado el número de rodeos saneados, confirmando el interés de los productores por eliminar la enfermedad de sus rodeos. Para diciembre de 2009 existían en Argentina un total de 7507 establecimientos oficialmente libres de TBB. De ellos, 6561 fueron rodeos de producción de leche, 817 rodeos de producción de carne y 129 rodeos mixtos (Torres, 2009).

La incidencia y la prevalencia de TBB, varían entre regiones geográficas y entre establecimientos de una misma región debido al sistema de manejo y a la oportunidad de transmisión de la infección (Morris et al., 1994). Para proveer información sobre el rol que distintas prácticas de manejo o características de los establecimientos podrían tener en la ocurrencia de TBB, se han realizado en otros países varios estudios epidemiológicos. Los mismos, han permitido identificar diversos factores de riesgo de TBB (Pfeiffer; Morris, 1991; Griffin et al., 1996; Marangon et al., 1998; Denny y Wilesmith, 1999; Johnston et al., 2005; Reilly y Couterney, 2007). La información aportada permitió, en algunos casos, realizar recomendaciones de manejo que ayudaron al control de la enfermedad (Phillips et al., 2000). Sin embargo, las conclusiones obtenidas en otros países no pueden ser extrapoladas directamente a nuestro país debido a las diferentes condiciones agroecológicas y de manejo de los sistemas de producción bovina.

El objetivo de este trabajo fue identificar aquellas prácticas de manejo que pudieran estar asociadas a la ocurrencia de TBB en rodeos lecheros. Los resultados aportarán conocimientos para incrementar la información sobre los factores de riesgo de TBB que nos permita establecer pautas de manejo que

ayuden a reducir el riesgo de transmisión del *M. bovis* dentro y entre los establecimientos.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio de casos y controles para evaluar la relación entre factores de manejo en rodeos lecheros y la ocurrencia de tuberculosis bovina. Debido a la naturaleza crónica de la enfermedad, se evaluó la exposición retrospectiva a los potenciales factores de riesgo por el término de 3 años, período comprendido entre enero de 2005 y diciembre de 2007.

Para igualar las características de los rodeos estudiados, solo se incluyeron sistemas de producción pastoriles que tuvieran más del 40% de la superficie total del tambo destinada a pasturas y con un tamaño del rodeo lechero de entre 50 y 500 vacas totales. Se trabajo en rodeos lecheros de la raza Holando Argentino y mixtos (Holando Argentino y Jersey). Todos los establecimientos fueron georeferenciados utilizando un sistema de posicionamiento global (Garmin 12 channel©) para determinar su ubicación espacial.

Área de estudio

El trabajo se realizó en las provincias de Córdoba y Santa Fe, que contaban con un total de 3611 y 3903 establecimientos lecheros respectivamente, lo que representa el 33% y el 35% del total de tambos de Argentina (SENASA, 2008). Se calculó el tamaño de muestra necesario para estudios de casos y controles (Schlesselman, 1974) utilizando el programa Win Episcopes 2.0. El método de selección de los rodeos fue no probabilístico del tipo por conveniencia (Dohoo et al., 2003), es decir que los rodeos lecheros fueron seleccionados en base a la casuística de los médicos veterinarios privados que fueron contactados para que aporten los datos de sanidad del rodeo frente a la tuberculosis bovina.

Definición de caso y control

Se definió como caso a aquel rodeo lechero que presentó más de cuatro bovinos positivos a la PAC en el año 2007. La presencia de estos animales positivos fue adoptada como el indicador de infección por *M. bovis* en el rodeo lechero.

Se definió como control a aquellos rodeos lecheros que fueron declarados oficialmente libres de TBB y que no presentaron reacciones positivas a la PAC en bovinos mayores de 24 meses de edad durante los tres años en estudio.

Recolección de los datos

Para recolectar los datos de los rodeos lecheros se utilizó un cuestionario conformado por 43 preguntas abiertas y 10 preguntas cerradas. Los datos sanitarios fueron provistos por veterinarios privados mientras que la exposición a los potenciales factores de riesgo se obtuvo a través del cuestionario realizado a los encargados del manejo del rodeo. La recolección de los datos se realizó en 8 meses y finalizó en junio de 2008.

Los potenciales factores de riesgo evaluados fueron los siguientes:

1. Edad de las terneras al desmadre.
2. Alimentación de las terneras de crianza artificial con leche cruda.
3. Carga animal (número de vacas totales sobre la superficie destinada a las mismas).
4. Agrupamiento de las vacas en un único rodeo.
5. Presencia de bovinos para la producción de carne en el establecimiento (rodeos de cría y/o invernada).
6. Ingreso de vaquillonas al establecimiento durante los tres años en estudio.
7. Ingreso de vacas al establecimiento durante los tres años en estudio.
8. Ingreso de toros al establecimiento durante los tres años en estudio.

Análisis de los datos

Todos los datos fueron cargados en una base de datos de Microsoft Access® (Microsoft corp.) y analizados con el programa Statistix® (versión 8.0).

En una primera instancia, se realizó un análisis bivariado de los potenciales factores de riesgo. Las variables continuas del estudio no presentaron distribución normal ($p < 0,001$ para el test de Shapiro-Wilk). Por ello, las comparaciones fueron hechas a través del test de suma de rangos de Wilcoxon. El nivel de significancia de la asociación para variables categóricas se realizó a través del test chi-cuadrado de independencia.

En una segunda instancia, aquellas variables asociadas con la enfermedad ($p < 0,05$) fueron incluidas en un modelo de regresión logística para estimar el odds ratio (OR) y su intervalo de confianza (IC) al 95%. Previo al análisis de regresión, las variables seleccionadas fueron dicotomizadas en forma arbitraria utilizando el valor de la mediana para formar dos categorías. La interpretación del OR es la siguiente; si el OR es mayor a 1 y su IC no contiene el valor 1, el factor evaluado representa un riesgo para la ocurrencia de TBB. El OR es un estimador no sesgado del riesgo relativo.

Resultados

Un total de 62 rodeos lecheros, 31 casos y 31 controles, fueron evaluados en este estudio. Los mismos se encontraban en los departamentos Castellanos, La Capital, Las Colonias, San Cristóbal y San Martín de la provincia de Santa Fe y Unión, San Justo y Marcos Juárez de la provincia de Córdoba (Figura 1).

No hubo diferencias significativas ($p = 0,2341$) en el tamaño de los rodeos entre casos y controles (210 ± 89 vs 174 ± 54 vacas totales respectivamente). La prevalencia registrada en los rodeos casos fue en promedio del 14% con un rango del 2,1 al 71,1%.

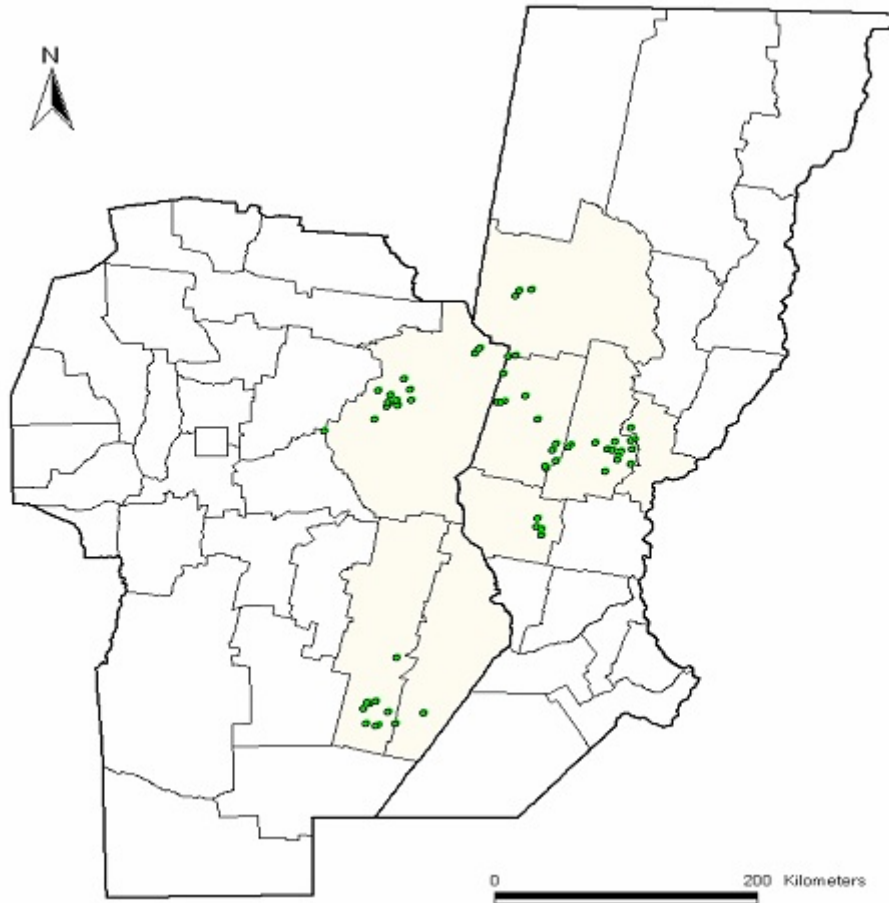


Figura 1: Ubicación geográfica de los establecimientos de las provincias de Córdoba y Santa Fe donde se realizó el trabajo. Un punto verde representa un establecimiento

Figure 1: Geographical localization of the dairy farms of Córdoba and Santa Fe provinces where the work was done. A green dot represents one dairy farm.

Los resultados del análisis bivariado para los 8 potenciales factores de riesgo se muestran en los Cuadros 1 y 2. No se encontró asociación significativa entre la ocurrencia de TBB y la alimentación con leche cruda a las terneras, el agrupamiento de las vacas en un único rodeo, la carga animal, la presencia de bovinos de carne, el ingreso de vacas y el

ingreso de toros. Los factores asociados significativamente con la ocurrencia de TBB en los rodeos lecheros fueron la edad de las terneras al desmadre ($p=0,0048$) y el ingreso de vaquillonas ($p=0,0223$) durante los tres años en estudio. Ambos factores presentaron una distribución desigual de los datos entre rodeos casos y controles (Figura 2 y 3).

Cuadro 1: Variables no categóricas analizadas por el test de suma de rangos de Wilcoxon en 31 rodeos casos y 31 rodeos controles.

Table 1: Categorical variables analyzed by Wilcoxon rank sum test in 31 cases and 31 controls.

Variable	Caso Media $\pm$ DE (Rango)	Control Media $\pm$ DE (Rango)	W p-valor
Tiempo al desmadre (Días)	5,3 $\pm$ 2,9 (1 – 15)	3,22 $\pm$ 2,56 (1 – 12)	0,0009*
Carga animal (Vaca Total/Sup. VT)	1,34 $\pm$ 0,56 (0,6 – 2,8)	1,21 $\pm$ 0,33 (0,45 – 2,02)	0,7514
Nº de vaquillonas introducidas en tres años ^a	82,2 $\pm$ 116,9 (0 – 570)	25,9 $\pm$ 45,3 (0 – 155)	0,0030*
Nº de vacas introducidas en tres años	6,4 $\pm$ 16,2 (0 – 60)	0,8 $\pm$ 3,67 (0 – 20)	0,1134
Nº de toros introducidos en tres años	2,12 $\pm$ 1,9 (0 – 6)	1,48 $\pm$ 1,6 (0 – 8)	0,1866

* Seleccionados para la regresión logística. DE: Desvío estándar.

Cuadro 2: Variables categóricas, distribución y resultados del test chi-cuadrado en 31 rodeos casos y 31 rodeos controles.

Table 2: Categorical variables, distribution and results of chi-square test in 31 cases and 31 controls.

Variable		N casos: controles	χ^2 p-valor
Alimentación con leche	Si No	26:29 5:2	0,2286
Presencia bovinos carne	Si No	9:8 22:23	0,7759
Grupos de vacas en ordeño	=1 >1	19:24 12:7	0,1684

Los resultados del análisis de regresión logística múltiple, para evaluar el efecto de ambas variables sobre la probabilidad de ocurrencia de TBB en rodeos lecheros, se observan en el Cuadro 3. Al dicotomizar las variables los factores de riesgo fueron “más de 4 días al desmadre” y “más de 19 vaquillonas ingresadas en tres años”. Los rodeos con TBB estuvieron 4,5 veces más expuestos al

factor “más de 4 días al desmadre” que los rodeos controles. Asimismo, los rodeos con TBB estuvieron 3,3 veces más expuestos al factor “más de 19 vaquillonas ingresadas en tres años” que los rodeos controles. De esto se infiere que, estos dos factores, aumentan el riesgo de ocurrencia de TBB en rodeos lecheros.

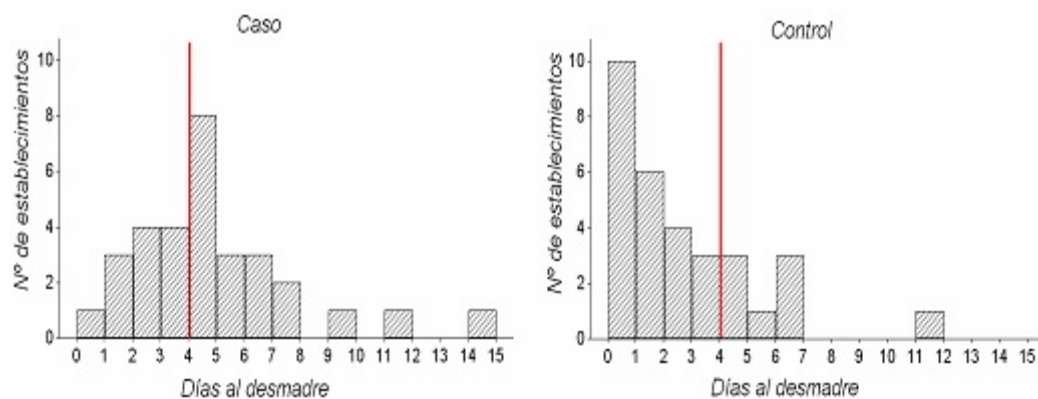


Figura 2: Distribución de los días al desmadre en 31 establecimientos casos y 31 establecimientos controles. La línea vertical representa el valor de la mediana.

Figure 2: Distribution of days of weaning in 31 cases and 31 controls. The vertical line represents the median.

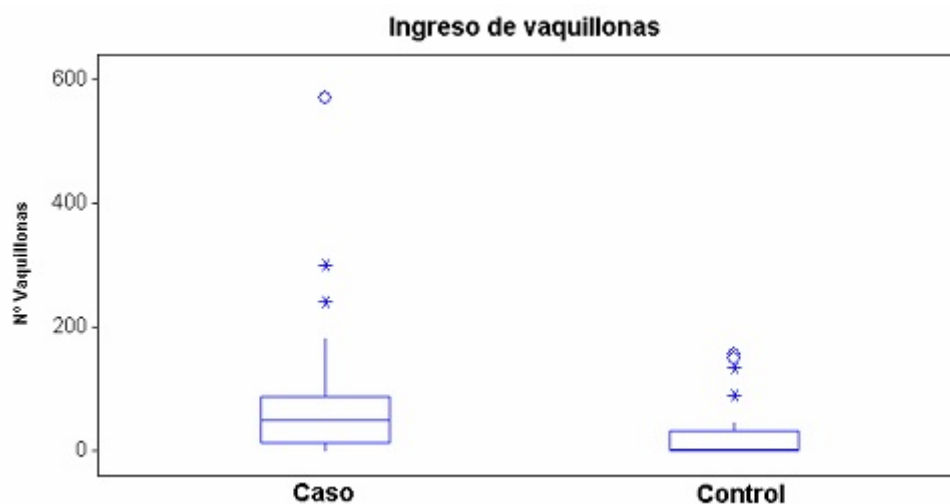


Figura 3: Ingreso de vaquillonas en 31 establecimientos casos y 31 establecimientos controles.

Figure 3: Entrance of heifers to the 31 cases and the 31 controls.

Cuadro 3: Análisis de regresión logística múltiple para los factores de riesgo identificados.

Table 3: Multiple logistic regression analysis of the risk factors for bovine tuberculosis.

Variables	Coficiente	p-valor	OR	IC 95 %
Constante	-1.25817	0,0095		
Días al desmadre	1.52492	0,0082	4,59	1,48 – 14,24
Ingreso de Vaquillonas	1.20704	0,0340	3,34	1,10 – 10,20

Discusión

Este estudio de casos y controles estuvo destinado a identificar asociaciones entre algunos potenciales factores de riesgo y la ocurrencia de TBB en rodeos lecheros. Para ello fue imprescindible tener una correcta clasificación de los rodeos casos y controles.

Se tomaron medidas para evitar el potencial sesgo que podría deberse a la falta de precisión de la PAC (De la Rúa-Domenech et al., 2006). Consideramos que la sensibilidad a nivel rodeo fue suficiente, al exigir al menos 4 reactores positivos a la PAC para clasificar al rodeo lechero como caso. Otros estudios reforzaron la clasificación de un rodeo como caso, buscando lesiones compatibles con TBB en animales sacrificados que pertenecían a los rodeos en estudio (Griffin et al., 1996; Marangon et al., 1998; Johnston et al., 2005), pero esto hubiera sido difícil de concretar bajo las condiciones de este trabajo. Por otro lado, para obtener una mayor especificidad a nivel rodeo, sólo incluimos como controles a rodeos que obtuvieron resultados negativos a la PAC en la totalidad de los animales en tres años consecutivos, siendo este el mismo criterio utilizado por otro trabajo (Marangon et al., 1998). Al incorporar estos puntos de corte para la clasificación de los rodeos se dejó de lado a aquellos establecimientos con TBB esporádica y/o de baja prevalencia.

La elevada prevalencia media registrada en los rodeos caso (14 %) nos indica que la enfermedad es un problema grave en algunos establecimientos lecheros. Sin embargo, esta prevalencia no es extrapolable a otros rodeos bovinos de la región, debido a que utilizamos

un punto de corte elevado para clasificar como caso a los rodeos lecheros de este estudio. Según Goodchild y Clifton-Hadley (2001) una prevalencia elevada indica que la fuente de infección para otros bovinos susceptibles se encuentra principalmente dentro del rodeo, en lugar de provenir desde fuentes externas al mismo.

A diferencia del rol adjudicado por muchos veterinarios a la leche cruda como factor de riesgo en la transmisión de la enfermedad, en este estudio no se encontró asociación alguna entre este factor y la ocurrencia de TBB. Es conocido que la proporción de vacas con TBB que eliminan *M. bovis* por leche es baja (Mathias, 1980) y la dosis infectiva por vía gastrointestinal es elevada (Chausse en Phillips et al., 2003). Estos conceptos, conjuntamente con los resultados aquí descriptos, sugieren que la leche cruda cumple un rol menor en la transmisión de la TBB en los rodeos lecheros. Sin embargo, puede existir un sesgo en nuestros resultados debido a que no tuvimos en cuenta que algunos rodeos lecheros habrían comenzado el saneamiento antes que otros. Esto podría explicar porque hubo más rodeos casos suministrando sustitutos lácteos a sus terneras en relación a los rodeos controles, ya que algunos rodeos casos podrían encontrarse en pleno desarrollo del saneamiento. En general, muchos rodeos lecheros utilizaban para alimentar a sus terneras leche no apta para la comercialización, por provenir de vacas con mastitis, tratadas con antibióticos, etc. Esta situación (calidad de leche) debería ser tenida en cuenta en estudios posteriores.

No hubo diferencias en la carga animal entre rodeos casos y controles, a pesar de que otros estudios (Neill citado por Barlow et al., 1997) mencionan que la densidad animal es un factor relevante para la transmisión de la infección. La falta de asociación encontrada también puede deberse a que la carga animal haya sido un indicador poco preciso de la tasa de contacto entre las vacas de rodeos lecheros bajo condiciones pastoriles de manejo. Un método más exacto para expresar el contacto entre bovinos hubiese sido, por ejemplo, calcular la presión de pastoreo que tiene en cuenta las variaciones estacionales de disponibilidad forrajera (Viglizzo, 1981). Sin embargo, este es un dato difícil de medir bajo las condiciones de diseño de este estudio. Es posible que rodeos lecheros con alta carga instantánea que favorece la transmisión del *M. bovis* no reflejen esta característica a través de la carga animal. También es factible que en sistemas pastoriles no haya demasiada variabilidad en la carga animal, ya que el valor medio de esta variable (1,2 VT/Ha) fue muy similar al valor medio obtenido en otro estudio (1,1 VT/Ha) sobre 473 tambos de Argentina (Castignani et al., 2005). Consideramos que en los rodeos lecheros estudiados la transmisión del *M. bovis* estaría más afectada por la cantidad de bovinos infectados y susceptibles presentes en el rodeo que por la carga animal.

Si bien es conocido que, separar los animales en grupos pequeños reduce la transmisión del *M. bovis* (Goodchild y Clifton-Hadley, 2001), la mayoría de los rodeos estudiados agrupaban a todas las vacas en un único rodeo. Aumentar el número de grupos dentro del rodeo general aumenta la complejidad del manejo y la mano de obra adjudicada. Es por eso que, la similitud observada puede deberse a características del diseño del estudio, que limitó a 500 el número máximo de vacas totales por rodeo. Los rodeos lecheros pequeños tal vez no dividan el rodeo lechero con el fin de facilitar su manejo. Evaluar este factor en rodeos más grandes podría agregar información adicional.

No se observó en este estudio asociación entre la presencia de bovinos de producción

de carne y la ocurrencia de TBB en el rodeo lechero. Otros autores han demostrado lo contrario (Marangon et al., 1998), al encontrar que el riesgo de ocurrencia de TBB en rodeos lecheros estaba asociado a la introducción de bovinos de carne que provienen de diferentes zonas.

La introducción de vacas desde otros rodeos no estuvo asociada con la ocurrencia de TBB, ya que ésta práctica de manejo ha sido poco utilizada en los rodeos estudiados, donde casi toda la reposición provino de vaquillonas. Evitar la introducción de vacas podría ser beneficioso para el saneamiento, ya que esta categoría tiene más chance de ser positivas al test tuberculínico (Griffin et al., 1996) debido a su mayor oportunidad de haber tenido contacto con el *M. bovis*. Sin embargo, su asociación con la enfermedad no ha sido demostrada en este estudio.

La introducción de toros no estuvo asociada a la ocurrencia de TBB en los rodeos lecheros estudiados. Esto es diferente a lo encontrado en otro estudio (Griffin citado por Phillips et al., 2003) lo cual puede reflejar las distintas formas de manejo que tienen los rodeos lecheros de otros países. En el presente estudio, los toros provenían principalmente de cabañas, lo que sugiere que son sometidos a un control sanitario más estricto que otras categorías. Asimismo, consideramos que el uso generalizado de la inseminación artificial ha hecho que el ingreso de toros represente un riesgo menor para la ocurrencia de TBB en el rodeo lechero.

Prolongar el tiempo de desmadre de las terneras por más de 4 días implica asumir un mayor riesgo de ocurrencia de TBB en los rodeos lecheros, ya que el *M. bovis* podría transmitirse de manera directa de la vaca a la ternera. Las vías de transmisión más probables para las terneras serían la vía respiratoria a través de aerosoles contaminados y/o por calostro infectado procedente de las vacas. En el presente estudio se observó asociación estadística entre el tiempo al desmadre y la ocurrencia de TBB. Esto sugiere que un mayor tiempo de contacto entre la ternera y su madre aumentaría las interacciones y por

ende la probabilidad de contagio de *M. bovis*. A esta condición se agrega la mayor predisposición que tiene el ternero a las enfermedades infecciosas durante los primeros 10 a 15 días de vida cuando los mismos están bajo condiciones de estrés (Radostits et al., 1985). Ha sido descrito que una hiporeactividad inmunológica general asociada al parto en vacas tuberculosas implicaría una falla en la respuesta (anergia) a la PAC (Radostits et al., 2002). Esto puede estar favoreciendo una reactivación de la infección por *M. bovis* en el periparto aumentando la excreción de la bacteria (Serrano-Moreno et al., 2008), período durante el cual tiene contacto con el ternero. Phillips et al. (2003) mencionan que la inmunosupresión del parto está asociada al efecto de los corticoesteroides producidos por el feto en las fases previas al parto. Nuevos estudios deberían realizarse para aclarar si existe una relación causal entre la infección de los terneros y la transmisión respiratoria o el consumo de calostro procedentes de vacas infectadas.

La asociación encontrada entre un mayor ingreso de vaquillonas al establecimiento y la ocurrencia de TBB indicaría que la enfermedad puede ser introducida al rodeo través de vaquillonas de reposición. Un resultado similar fue obtenido por Reilly y Courtenay (2007), quienes encontraron que el ingreso de bovinos (terneros, vaquillonas y vacas) representaba un riesgo para la presentación esporádica de la TBB. Griffin et al. (1996) describieron que los rodeos casos tenían más ingresos de bovinos que los rodeos controles durante su estudio, pero llegó a la conclusión que esta diferencia se debía principalmente a un mayor tamaño del rodeo y no al ingreso por sí mismo. Nosotros descartamos este tipo de confusión en nuestro estudio debido los criterios de inclusión utilizados. Sería importante, en futuros estudios, identificar los ingresos de vaquillonas en dos grupos: a) Vaquillonas hijas de vacas del rodeo en estudio que fueron criadas en otros predios; b) vaquillonas hijas de vacas de otros rodeos lecheros. La eliminación de vacas positivas a la PAC implica el ingreso de vaquillonas de reposición

para mantener el nivel de producción. Esto podría traer aparejado problemas sanitarios, si no se procediera a la implementación de un estricto control sanitario de las vaquillonas que ingresan al establecimiento. Asimismo, realizar la crianza de las vaquillonas dentro del mismo predio y el monitoreo de las mismas por pruebas tuberculínicas ayudaría a mantener la sanidad de la reposición y al control de la enfermedad.

La identificación de estos factores de riesgo de TBB puede contribuir a la elaboración de medidas de manejo que disminuyan el riesgo de transmisión de la enfermedad en rodeos lecheros de Argentina.

Conclusiones

Este estudio identificó dos factores de riesgo para la ocurrencia de TBB en rodeos lecheros de la provincia de Córdoba y Santa Fe. Limitar el tiempo que las terneras pasan en contacto con las vacas y el ingreso de vaquillonas al establecimiento ayudaría al control de la enfermedad.

Agradecimientos

Un agradecimiento a todos los veterinarios privados que nos brindaron gentilmente sus datos de sanidad. El reconocimiento también para todos los productores de los rodeos lecheros estudiados que, con su aporte, han contribuido al conocimiento de la epidemiología de esta enfermedad.

Bibliografía

- Barlow, N.D., Kean, J.M., Hickling, G., Livingstone, P.G. and Robson, A.B. 1997. A simulation model for the spread of bovine tuberculosis within New Zealand cattle herds. *Prev. Vet. Med.* 32: 57-75.
- Bérgamo, E., Bernardelli, A., Cataldi, A., Martínez, Vivot, M., Schettino, D.M., Schneider, M. y Torres, P. 1997. Acreditación de Veterinarios. Cursos de capacitación. UNRC. 139 p.
- Castignani, H., Zehnder, R., Gambuzzi, E. y Chomicz, J. 2005. Caracterización de los sistemas

- de producción lecheros argentinos, y de sus principales cuencas. Asociación Argentina de Economía Agraria. INTA Rafaela 16 p.
- De Diego, A. 1974. Guía para el estudio de las enfermedades infecciosas de los animales (aves y mamíferos). Farro. Argentina. pp 650.
- De Le Rua-Domenech, R., Goodchild, A.T., Vordermeier, H.M., Hewinson, R.G., Christiansen, K.H. and Clifton-Hadley, R.S. 2006. Ante mortem diagnosis of tuberculosis in cattle: A review of the tuberculin test, γ -interferon assay and other ancillary diagnostic techniques. *Research in Veterinary Science* 81: 190-210.
- Denny, G.O. and Wilesmith, J.W. Bovine tuberculosis in Northern Ireland a case control study of herd risk factor. 1999. *Veterinary Record* 144: 305-310.
- Fujimura Leite, C.Q., Anno, I.S., Andrade Leite, S.R., Roxo, E., Morlock, G.P. and Cooksey, R.C. 2003. Isolation and identification of mycobacteria from livestock specimens and milk obtained in Brazil. *Memorias Instituto Osvaldo Cruz, Rio de Janeiro*. 98 (3): 319-323.
- Goodchild, A.V. and Clifton-Hadley, R.S. 2001. Cattle-to-cattle transmission of *Mycobacterium bovis*. *Tuberculosis* 81: 23-41.
- Grant, I.R., Ball, H.J. and Rowe, M.T. 1996. Thermal inactivation of several *Mycobacterium spp.* in milk by pasteurization. *Letters in Applied Microbiology* 22: 253-256.
- Griffin, J., Martin, S., Thorburn, M., Eves, J. and Hammond, R. 1996. A case-control study on the association of selected risk factor with the occurrence of bovine tuberculosis in the Republic of Ireland. *Prev. Vet. Med.* 27: 217-229.
- Johnston, W.T., Gettinby, G., Cox, D.R., Donnelly, C.A., Bourne, J., Clifton-handley, D.R., Le Fevre, A.M., McInerney, J.P., Mitchell, A., Morrison, W.I. and Woodroffe, R. 2005. Herd-level risk factor associated with tuberculosis breakdowns among cattle herds in England before the 2001 foot-and-mouth disease epidemic. *Biology Letters* 1: 53-56.
- Kaneene, J.B. and Pfeiffer, D. 2006. Epidemiology of *Mycobacterium bovis*. In: Thoen C.O., Steele J.H., Gilsdorf M. J. *Mycobacterium bovis* infection in animals and humans. Blackwell Publishing Professional. Estados Unidos de América. 2 ed. pp. 34-48.
- Kantor, I.N. and Ritacco, V. 2006. An update on bovine tuberculosis programmes in Latin American and Caribbean countries. *Veterinary Microbiology* 112: 111-118.
- Marangon, S., Martini, M., Pozza, M. and Neto, J. 1998. A case-control study on bovine tuberculosis in the Veneto Region (Italy). *Prev. Vet. Med.* 34: 87-95.
- Matthias, D. 1980. Infecciones por micobacterias: Tuberculosis. In: Beer, J. *Enfermedades infecciosas de los animales domésticos*. T. 2. Acribia. España. pp. 229-252.
- Morris, R.S., Pfeiffer, D.U. and Jackson, R. 1994. The Epidemiology of *Mycobacterium bovis* infections. *Veterinary Microbiology* 40: 153-177.
- O'Reilly, L.M. and Daborn, C.J. 1995. The epidemiology of *Mycobacterium bovis* infections in animals and man: a review. *Tubercule and Lung disease*. 76: 1-46.
- OIE. 2008. Tuberculosis bovina. Manual de diagnóstico y de las vacunas para animales terrestres. [En línea] <http://www.oie.int/eng/normes/mmanual/A_summry.htm> [consulta: 17 enero 2009].
- Pfeiffer, D.U. and Morris, R.S. 1991. Tuberculosis Breakdown in Cattle herds in New Zealand. A case-control Study. In proceedings of a Symposium on Tuberculosis. Publication N° 132, Veterinary Continuing Education, Massey University, Palmerston North, New Zealand: 277-290.
- Phillips, C.J.C., Foster, C.R.W., Morris, P.A. and Teverson, R. 2003. The transmission of *Mycobacterium bovis* infection to cattle. *Research in Veterinary Science* 74: 1-15.
- Phillips, C.J.C., Foster, C.R.W., Morris, P.A. and Teverson, R. 2000. The role of cattle husbandry in the development of a sustainable policy to control *M. bovis* infection in cattle. Report to the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 63 p.
- Radostits, O.M. and Blodd, D.C. 1985. Sanidad del Ganado. Manejo sanitario y productivo del ganado. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 497 p.
- Radostits, O.M., Gay, C.C., Blood, D.C. y Hinchcliff, K.W. 2002. Enfermedades causadas por bacterias-IV. En su: *Medicina Veterinaria: tratado de las enfermedades del Ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino*. McGraw-Hill. España. 9 ed. pp. 1075-1105.
- Reilly, L.A. and Courtenay, O. 2007. Husbandry practices, badger sett density and habitat composition as risk factor for transient and persistent bovine tuberculosis on UK cattle farms. *Prev. Vet. Med.* 80: 129-142.

- Reilly, L.A. and Courtenay, O. 2007. Husbandry practices, badger sett density and habitat composition as risk factor for transient and persistent bovine tuberculosis on UK cattle farms. *Prev. Vet. Med.* 80: 129-142.
- SENASA 2008. Caracterización de tambos bovinos. Informe 5. [En línea] <http://www.senasa.gov.ar//Archivos/File/File1827-File1827-cara-tambo1.pdf> [Consulta: 06 de julio de 2010]
- Serrano-Moreno, B.A., Romero, T.A., Arriaga, C., Torres, R.A., Pereira-Suarez, A.L., García-Salazar, J.A., Estrada-Chavez, C. 2008. High frequency *Mycobacterium bovis* DNA in calostrum from tuberculous cattle detected by nested PCR. *Zoonoses and Public Health* 55: 258-266.
- Torres, P.M. 2009. Situación de la tuberculosis bovina en la república Argentina. [en línea]. <http://www.senasa.gov.ar/Archivos/File/File1013-situacion_tuberculosis_31_12_09.pdf> [consulta: 21 junio 2010].
- Kistermann, J.C. y Torres, P.M. 2000. Epidemiología de la tuberculosis bovina. *In*: Torres P. Actualización en Tuberculosis bovina. SENASA. Buenos Aires. pp. 39-48.
- Moda, G., Daborn, C.J., Grange, J.M. and Cosivi, O. 1996. The zoonotic importance of *Mycobacterium bovis*. *Tubercle and Lung Disease* 77: 103-108.
- Menzies, F.D. and Nelly, S.D. 2000. Cattle-to-cattle transmission of bovine tuberculosis. *The Veterinary Journal*, 160: 92-106.