

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Programa de doctorado: RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN SOSTENIBLE

Título de la tesis: Situación actual y optimización de las actuaciones preventivas y lucha contra trichomoniasis bovina y campylobacteriosis genital bovina en la provincia de La Pampa

(Current situation and optimization of preventive activities and fight against bovine trichomoniasis and genital bovine campylobacteriosis in the province of La Pampa)

Directores: José Manuel Perea Muñoz y Antón Rafael García Martínez

Autor de la tesis: Leonardo Luís Molina

Fecha de depósito tesis en el Idep: Octubre de 2018

TITULO: *Situación actual y optimización de las actuaciones preventivas y lucha contra trichomoniasis bovina y campilobacteriosis genital bovina en la provincia de La Pampa*

AUTOR: *Leonardo Luis Molina*

© Edita: UCOPress. 2018
Campus de Rabanales
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A
14071 Córdoba

<https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/ucopress@uco.es>



TÍTULO DE LA TESIS: Situación actual y optimización de las actividades preventivas y lucha contra tricomoniasis bovina y campilobacteriosis bovina genital en la provincia de La Pampa

DOCTORANDO: Leonardo Luís Molina

INFORME RAZONADO DE LOS DIRECTORES DE LA TESIS

(se hará mención a la evolución y desarrollo de la tesis, así como a trabajos y publicaciones derivados de la misma).

La tesis hace una aportación significativa al conocimiento científico de dos de las enfermedades venéreas más relevantes para la producción bovina extensiva. El doctorando ha elaborado una base de datos poblacional georreferenciada con todos los rebaños de cría bovina existentes en La Pampa durante el periodo 2007 – 2014. Esta base de datos ha sido sometida a análisis espaciales, temporales y de riesgo, considerando conjuntamente ambas enfermedades en la misma población. Este enfoque es novedoso en enfermedades venéreas bovinas, ha permitido identificar rasgos comunes a ambas enfermedades, y sentar las bases para optimizar los esfuerzos de control.

El proyecto de investigación que culmina en la presente tesis doctoral ha recibido la 4º Mención Especial a la investigación y Transferencia en Sanidad Animal 2014 de Equipos Consolidados (Premios del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, SENASA – Argentina, a la Investigación, Transferencia y Comunicación 2014).

La calidad científica de la tesis es avalada por las siguientes publicaciones:

- Molina, L., Perea, J., Meglia, G., Angón, E., García, A. 2013. *Spatial and temporal epidemiology of bovine trichomoniasis and bovine genital campylobacteriosis in La Pampa province (Argentina). Preventive Veterinary Medicine, 110(3-4): 388 – 394. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.02.019>.*
- Molina, L.L., Angón, E., García, A., Moralejo, R.H., Caballero – Villalobos, J., Perea, J.M. 2018. *Time Series Analysis of Bovine Venereal Diseases in La Pampa, Argentina. PloS ONE, 13(8): e0201739. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201739>.*
- Molina, L.L., García, A., Angón, E., Moralejo, R., Caballero – Villalobos, J., Perea, J. 2019. *Incidence, prevalence and persistence of bovine venereal diseases in La Pampa (Argentina): estimations for the period 2007 – 2020. Rev. FCA UNCUYO (Aceptado el 8 de Septiembre de 2018).*
- Molina, L., Angón, E., García, A., Caballero – Villalobos, J., Giorgis, A., Moralejo, R., Perea, J. 2019. *A retrospective epidemiological analysis of shared risk factors from*

bovine trichomoniasis and bovine genital campylobacteriosis in La Pampa province (Argentina). Enviado a Preventive Veterinary Medicine.

Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral. Consideramos que la tesis reúne méritos más que suficientes para que el doctorando reciba el grado de doctor obteniendo la máxima calificación.

Córdoba, 18 de octubre de 2018

Firma de los directores



Fdo.: Dr. José Manuel Perea Muñoz



Fdo.: Dr. Antón Rafael García Martínez

Agradecimientos

A mis directores de Tesis Dr. D. Antón García Martínez, por sus consejos y apoyo, y Dr. D. José Manuel Perea Muñoz por enseñarme e introducirme en la investigación, por su tenacidad y esmero en pos de mis objetivos, incansable guía y consejero profesional, por darme el honor de disfrutar de su dirección y amistad, por sostenerme y soportarme. Por haber sido determinante para el desarrollo de este trabajo de investigación.

A la Dr. D^a. Elena Angón Sánchez de Pedro, compañera, tutora y Amiga, por su trabajo y sus invalorable aportes.

A los Dres. D. Alberto Giorgis y D. Ricardo Moralejo, por sus aportes y su respaldo para la realización del doctorado.

A los Magister D. Abelardo Ferrán y Médico Veterinario D. José María Romero, actual y anterior Decano de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Pampa, por confiar en mí y darme la oportunidad de realizar la maestría y doctorado.

A mis compañeros y ex compañeros de cátedra por el acompañamiento.

A las autoridades, personal docente y no docente de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Pampa por su gestiones y apoyo.

A todos mis compañeros, amigos y amigas de Córdoba, que me ayudaron a pasar mejor el tiempo lejos de casa y los afectos.

A COPROSA La Pampa (INTA, Facultad de Ciencias Veterinarias, SENASA, Colegio de Médicos Veterinarios, Ministerio de la Producción, CARBAP, CONINAGRO, FAA y SRA) por su esfuerzo para realizar y mantener el Programa de Control y Erradicación de las Enfermedades Venéreas en Bovinos de la Provincia de La Pampa.

A mi familia por ser parte de mí.

A mi Mujer Laura

A mis hijas Martina, Lucia y Emilia

A mi Padre y a la memoria de mi Madre, que siempre me acompaña

*“Hay hombres que de su ciencia
tienen la cabeza llena;
Hay sabios de todas menas,
mas digo sin ser muy ducho
es mejor que aprender mucho
el aprender cosas buenas”*

Martin Fierro

Índice

I. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Justificación	9
1.2. Objetivos	11
II. REVISIÓN DEL ENTORNO	13
2.1. Sistemas de producción bovina en Argentina.	15
2.1.1. República Argentina	15
2.1.2. La provincia de La Pampa	22
2.2. Enfermedades venéreas bovinas en La Pampa.	25
2.2.1. Tricomoniasis bovina	25
2.2.2. Campilobacteriosis genital bovina.	27
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	29
3.1. Capítulo I. Epidemiología espacial y temporal de la tricomoniasis bovina y de la campilobacteriosis genital bovina en la provincia de La Pampa (Argentina)	31
3.2. Capítulo II. Enfermedades venéreas bovinas en La Pampa: aplicación de modelos de series temporales	45
3.3. Capítulo III. Un análisis epidemiológico retrospectivo sobre los factores de riesgo compartidos por la tricomoniasis bovina y la campilobacteriosis genital bovina en la provincia de La Pampa (Argentina).	65
3.4. Capítulo IV. Incidencia, prevalencia y persistencia de enfermedades venéreas bovinas en La Pampa (Argentina): Estimaciones para el periodo 2007 – 2020	81

IV. CONCLUSIONES	. . . . .	95
V. BIBLIOGRAFÍA.	. . . . .	99
VI. RESUMEN	. . . . .	115
ANEXOS	. . . . .	121
ANEXO 1. Programa de Control y Erradicación de las Enfermedades venéreas en Bovinos de la Provincia de La Pampa (Resolución SENASA 358/2008)	. . . . .	123
ANEXO 2. Primera y última página del artículo https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.02.019	. . . . .	161
ANEXO 3. Primera y última página del artículo https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201739	. . . . .	165
ANEXO 4. Carta de aceptación de la Revista FCA UNCUIYO	. . . . .	169

I. INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN

La producción de carne bovina es una de las actividades de mayor relevancia económica y social en la provincia de La Pampa. Los sistemas de producción contemplan todo el ciclo productivo, bien bajo modelos de ciclo completo (35%), o bien separando la cría (41%) del engorde (24%) con diferentes alternativas de integración (SENASA, 2017). A pesar de que La Pampa contaba en 2014 con casi 1,2 millones de vacas, la cría sigue siendo una de las asignaturas pendientes. La información disponible sugiere que la producción de terneros es ineficiente, con un intervalo entre partos cercano a los 19 meses; lo que significa una preñez anual inferior al 60% (Alberio, 2014).

Entre las principales causas de la baja eficiencia destaca la incidencia de enfermedades reproductivas endémicas que cursan con infertilidad, aborto y fallo reproductivo (Campero et al., 2003a). Se trata de enfermedades típicamente asintomáticas o subclínicas. Estos aspectos cobran aún más interés cuando las condiciones de producción son extensivas, lo que conlleva que en muchos rodeos no se detecten hasta después de haber sufrido importantes fallos reproductivos (Mai et al., 2013a). Además, no existen tratamientos ni vacunas efectivos por lo que una vez que entran en el rodeo causan importantes pérdidas económicas durante largos periodos de tiempo (Michi et al., 2016).

Las enfermedades reproductivas generalmente comparten características comunes, como las vías de transmisión, vectores o incluso factores de riesgo (Mai et al., 2013a). Por tanto, la identificación y el manejo de los rasgos comunes a varias enfermedades deberían mejorar la efectividad y la eficiencia de los programas de control (Cowie et al., 2014).

Dos enfermedades que podrían beneficiarse de este enfoque son la tricomoniasis bovina (BT) y la campilobacteriosis genital bovina (BGC). Ambas enfermedades se distribuyen en todo el mundo, aunque tienden a ser endémicas en áreas donde la producción bovina es típicamente extensa y se basa en la reproducción natural, como la provincia de La Pampa en Argentina (Gay et al., 1996; Mshelia et al., 2010).

BT es causada por el protozoo *Tritrichomonas foetus* mientras que BGC es causada por la bacteria *Campylobacter fetus* (Skirrow y BonDurant, 1988; Eaglesome y García, 1992). Ambas enfermedades se transmiten durante el coito y colonizan el tracto reproductivo de vacas y toros, lo que puede causar infertilidad, abortos y fallos reproductivos. BT y BGC son difíciles de diagnosticar incluso cuando los animales son infecciosos; y aún no hay vacunas disponibles ni tratamientos suficientemente efectivos (Michi et al., 2016).

Los rodeos infectados con BGC pueden reducir la tasa de fertilidad hasta en un 20% y aumentar la tasa de aborto hasta en un 10% (Hum, 1987). La infertilidad también puede ocurrir en torno al 11% de las vaquillonas infectadas (McCool et al., 1988). BT se ha asociado a bajos pesos al nacer y reducciones de más del 50% en la tasa de destete (Rae, 1989; BonDurant et al., 1990). En Estados Unidos se estima que la infección producida por BT genera pérdidas económicas de más de 650 millones de dólares (Speer y White, 1991). En Argentina se estima que reducen la tasa de gestación entre un 15% y un 25% (Campero et al., 2003a).

BT y BGC podrían controlarse de forma bastante efectiva utilizando esquemas de “diagnóstico y sacrifico” para detectar y eliminar el ganado infectado (Collantes – Fernandez et al., 2014). La importancia económica del sector bovino y la preocupación por la baja eficiencia reproductiva llevaron a la implementación en 2006 de un Programa de Control y Erradicación de enfermedades venéreas en bovinos de la provincia de La Pampa (PCE). La inclusión en el PCE es obligatoria para todos los rodeos, y los toros positivos deben ser eliminados del rodeo dentro de los 120 días posteriores al diagnóstico (Disp. 490/14 Coprosa).

Los datos generados por el PCE (de 2007 a 2014) ofrecen una oportunidad para evaluar conjuntamente dos enfermedades venéreas en la misma población. Esto puede proporcionar información esencial que podría conducir a una mejor comprensión de la epidemiología de ambas enfermedades y, en consecuencia, mejorar la eficiencia de las medidas de intervención.

El presente trabajo de investigación es fruto de la colaboración entre el Departamento de Producción Animal de la Universidad de Córdoba y la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Pampa (Argentina). Dicha colaboración comenzó a nivel de Doctorado en 1995 y se acota fundamentalmente a la producción bovina. En 1997 se publica la monografía “*Gestión de la empresa agropecuaria de La Pampa arenosa*”. En 1998 el Prof. Dr. Jorge Pamio defiende la Tesis Doctoral “*Incidencia de la apertura económica sobre los sistemas de producción de La Pampa arenosa*”. Este trabajo es continuado en 2000 por el Prof.

Dr. Ricardo Moralejo con la Tesis Doctoral “*Evaluación productiva y económica de dos modelos de producción de carne ecológica utilizando la raza Aberdeen Angus y Criollo Argentino en el noreste de la provincia de La Pampa*”. En 2003 el Prof. Dr. Ariel Castaldo caracterizó los sistemas de producción en la Tesis Doctoral “*Caracterización de los sistemas de producción bovina (invernada) en el nordeste de la provincia de la Pampa (Argentina). Modelos de gestión*”, y en 2004 el Prof. Dr. Alberto Pariani abordó la competitividad de los sistemas en la Tesis Doctoral “*Competitividad de los sistemas de producción bovina (invernada) en el nordeste de la provincia de La Pampa (Argentina)*”. Posteriormente el Dr. Gustavo Fernández abordó la sustentabilidad de los sistemas en la Tesis Doctoral “*Alternativas de gestión con ganadería bovina en sistemas pastoriles de la región semiárida pampeana (Argentina). Sistema de cría y engorde de la propia producción*”.

El trabajo de investigación que aquí se presenta aborda el estudio de las dos principales enfermedades venéreas que más afectan a la eficiencia reproductiva de los sistemas bovinos en La Pampa.

1.2. OBJETIVOS

La Tesis Doctoral se plantea para optimizar las actuaciones preventivas y de lucha contra las enfermedades venéreas tricomoniasis bovina (BT) y campilobacteriosis genital bovina (BGC) en La Pampa, mediante un mejor conocimiento de los factores espaciales, temporales y de riesgo que condicionan la epidemiología local de ambas enfermedades.

Para la consecución del objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la distribución espacial de BT y BGC, identificando áreas de alto riesgo, y evaluar si la distribución de la población en riesgo explica el patrón espacial de ambas enfermedades.
- Evaluar los patrones temporales de BT y BGC, identificando la estacionalidad y la tendencia, y establecer la existencia de asociaciones temporales entre ambas enfermedades y con el calendario de muestreo y las entradas ganaderas en los rodeos.
- Identificar los factores de riesgo individuales y compartidos por BT y BGC.
- Determinar los principales indicadores epidemiológicos poblacionales de BT y BGC para el período 2007 – 2013, y proporcionar proyecciones hasta 2020.

II. REVISIÓN DEL ENTORNO

II. REVISIÓN DEL ENTORNO

2.1. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA EN ARGENTINA

2.1.1. República Argentina

La República Argentina se ubica en el hemisferio sur del continente americano. La superficie del país es de 3.761.274 km², de los cuales, 2.791.810 km² corresponden al continente y 969.464 km² pertenecen a la Antártida (incluyendo las islas Orcadas del Sur e islas australes: Sándwich del Sur y Georgias del Sur). El país limita a través de unos 9.000 kilómetros de frontera, al oeste con la República de Chile, al norte con las Repúblicas de Bolivia y Paraguay, y al este con la República Federativa del Brasil y la República Oriental del Uruguay (**Figura 2.1**).



Figura 2.1. Mapa político de la República Argentina.

La actividad agropecuaria (agrícola y ganadera) representa el 18% del Producto Bruto Interno (PBI), mientras que la actividad bovina en los últimos años representó el 6% del PBI, contándose con 53,3 millones de cabezas de ganado en el año 2010 (INDEC, 2017). El ganado bovino se encuentra distribuido en gran parte del país, diferenciándose cinco regiones de acuerdo a la densidad ganadera, y según las características agroecológicas de cada una de ellas (Figura 2.2 y Figura 2.3).

1. **Región Pampeana:** superficie comprendida por las provincias de Buenos Aires, La Pampa, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos. Esta región cuenta con el 69% del stock bovino nacional.
2. **Región Patagonia:** superficie comprendida por las provincias de Chubut, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz y Tierra del Fuego. Es la región con menores existencias de ganado bovino y de menor participación en el stock nacional (2%).
3. **Región Cuyo:** superficie comprendida por las provincias de San Juan, San Luis y Mendoza. La participación promedio en el stock nacional ha sido relativamente baja, con un promedio histórico de 4%.

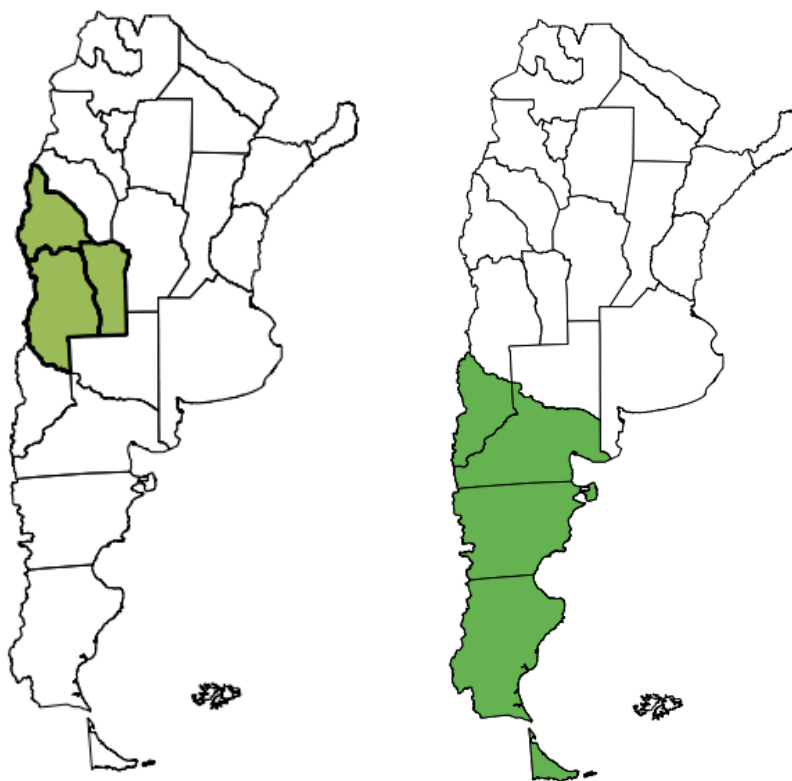


Figura 2.2. Ubicación geográfica de la región Cuyo (izq.) y región Patagonia (dcha.).

4. **Región Noroeste:** superficie comprendida por las provincias de La Rioja, Catamarca, Santiago del Estero, Tucumán, Jujuy y Salta. El stock bovino ha sido en promedio de 2 millones de cabezas en los últimos 60 años. En 2012 la región alcanzó 3,26 millones de cabezas sin evidenciarse un crecimiento significativo con respecto al año anterior (7% del stock bovino nacional).
5. **Región Noreste:** superficie comprendida por las provincias de Chaco, Corrientes, Formosa y Misiones. En los últimos 60 años, el stock promedio en la región ha sido de 8 millones de cabezas (18 % del stock bovino nacional).

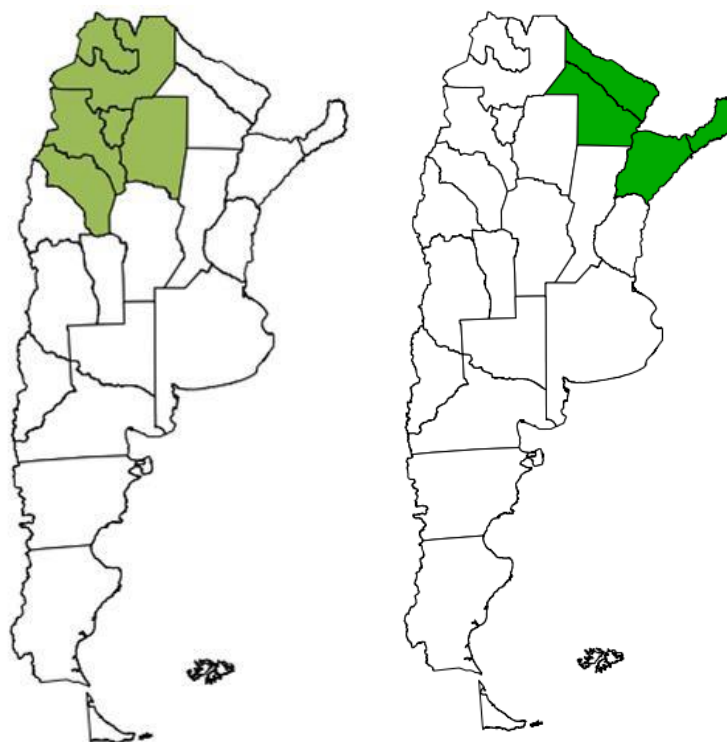


Figura 2.3. Ubicación geográfica de la región Noroeste (izq.) y región Noreste (dcha.).

La región pampeana

La región Pampeana es la principal región con existencias bovinas a nivel nacional, concentrando históricamente tres cuartos del ganado argentino, aunque se observa una tendencia descendente en los últimos años. Actualmente, con 36,8 millones de cabezas concentra el 69% del stock nacional.

En el 2006 se alcanzó el máximo número de cabezas con 44,5 millones de cabezas. Entre los años 2008 y 2013 las existencias regionales cayeron de 41,2 a 34,9 millones de bovinos, registrándose en 2011 uno de los valores más bajos de la serie analizada (**Figura 2.4**). La relación stock/habitantes en la región, promedio de los últimos 5 años, es de 1,46 cabezas de ganado bovino por habitante, siendo superior a la registrada a nivel nacional (1,26).

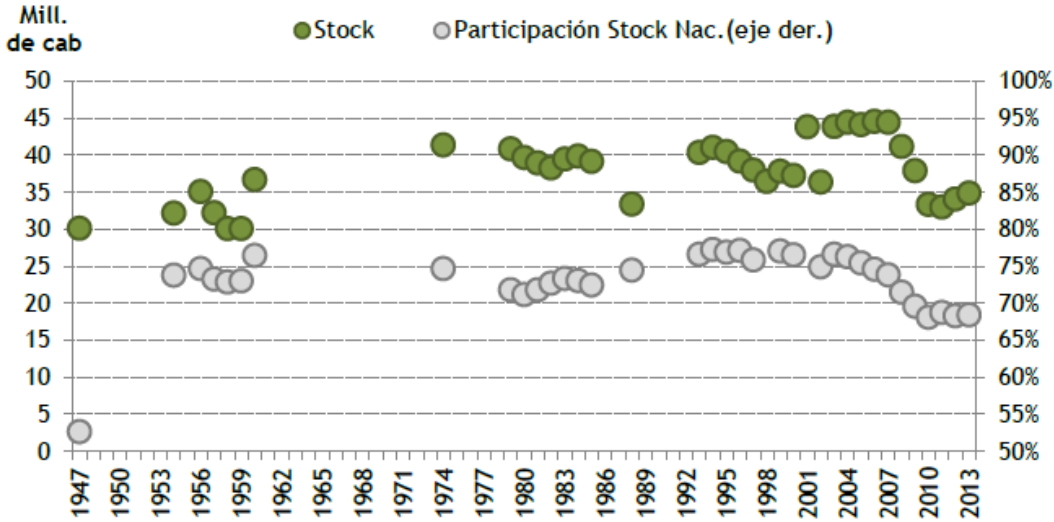


Figura 2.4. Stock en millones de cabezas y participación histórica de la región Pampeana sobre el stock nacional. Fuente: CREA (2017).

En la **Figura 2.5** podemos observar la densidad bovina que existe en las diferentes provincias de la República Argentina. Destaca la **región pampeana** como zona de gran importancia en la producción bovina (69% de la producción vacuna del país), que comprende la provincia de Buenos Aires, Santa Fe, Entre Ríos, Córdoba y La Pampa.

La región ganadera pampeana se divide en dos subregiones; una húmeda, al este y otra semiárida, al oeste; con límites imprecisos como resultado de las características ecológicas de una amplia planicie. Además, el 40% de los rodeos ovinos del país y el 95% de la actividad agrícola de cereales y oleaginosas se produce en esta región.

La región posee un clima benigno, con variaciones en las temperaturas y precipitaciones, tomadas de este a oeste. Las temperaturas oscilan entre los siguientes guarismos: medias anuales de entre 12°C a 18°C, con máximas absolutas de 38°C a 43°C en verano, y mínimas

absolutas de -5°C a -15°C , en invierno. Las primeras heladas del año se producen del mes de marzo a mayo y las últimas heladas de septiembre a octubre. Las precipitaciones varían entre 1000 milímetro al este y 400 mm al oeste, distribuidas a lo largo del año, aunque predominan principalmente las lluvias primavera-verano y de otoño, con invierno seco, y con marcado déficit de precipitaciones en el oeste.

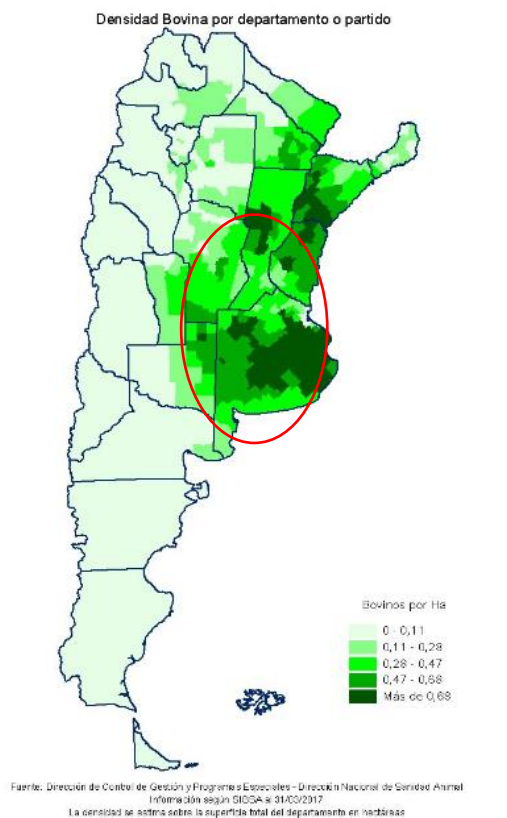


Figura 2.5. Densidad bovina y localización de la región pampeana (rodeada con una elipse roja).

Las actividades de engorde y terminación se encuentran en el oeste – noroeste de la provincia de Buenos Aires, sur de la provincia de Córdoba, noreste de la provincia de La Pampa, y en menor grado sur de las provincias de Santa Fe y Entre Ríos. Las zonas de cría se encuentran, una dentro de la zona descrita y es la denominada “Depresión del Salado” y otra que es periférica a la misma ubicada en el centro y oeste de la provincia de La Pampa y centro y sur de la provincia de San Luis.

En el año 2011, a través del Registro Nacional Sanitario de Productores Agropecuarios (RENSPA) el Ministerio de Agricultura determinó las actividades predominantes en la región por establecimiento (Minagri, 2013). Se confeccionó en base a la relación entre número de novillos y novillitos, y la cantidad de vientres por registro. Si bien puede existir más de un RENSPA por campo o productor, estos datos permiten describir genéricamente los sistemas en la región.

Los resultados indicaron que la cría fue la principal actividad, ya sea de forma pura o predominante, realizándose en el 59% de los establecimientos. Estos concentran el 54% del stock regional. Los sistemas exclusivos o predominantemente de engorde fueron los segundos en relevancia, tanto en establecimientos (24%) como en existencias (26%). Los que realizan ciclo completo ocuparon el tercer lugar.

A partir de los datos del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA, 2013), se observa que el 43% de los establecimientos de la región, cuenta con menos de 100 cabezas. Dicho estrato concentra el 7% de las existencias. En el otro extremo, solo un 5,6% de los establecimientos tiene más de 1.000 cabezas y concentra el 33% del stock bovino de la región. La estratificación en las provincias pampeanas se asemeja a lo que ocurre en la media nacional, aunque con menor proporción de productores de menor escala (**Figura 2.6**).

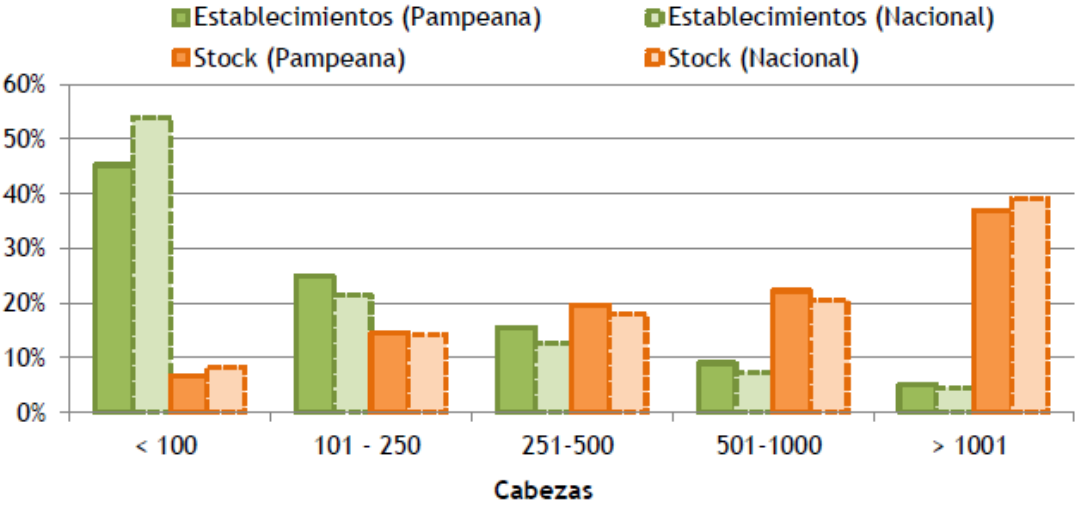


Figura 2.6. Distribución de los establecimientos con existencias bovinas según estratos en la región Pampeana y a nivel nacional. Fuente: Observatorio sobre la base de SENASA 2013.

Parámetros productivos: relación ternero/vaca (T/Vc)

La relación T/Vc es una variable que estima aproximadamente el porcentaje de destete a nivel micro, ya que el destete no es factible calcular a nivel macro, se toma a la T/Vc como indicador más cercano para estimarlo. El mismo se obtiene a través de la relación entre la cantidad de terneros de un año y el stock de vacas del año anterior.

El promedio de la T/Vc para el período 2004 – 2012 (CREA, 2017) se calculó con los datos de vacunaciones de SENASA, y además se obtuvo este mismo parámetro para el período 2009 – 2013 con los datos de estimaciones de stock realizadas por el mismo organismo. Dado que los datos de estimaciones son más precisos que los de vacunaciones, se espera que los valores obtenidos con estos datos sean más cercanos a la realidad. Se consideran de todas formas los alcanzados con la información de las vacunaciones ya que permiten analizar la tendencia de esta relación durante un período de tiempo más prolongado.

La región tuvo una T/Vc promedio de 0,62 para el período 2004 – 2012 de acuerdo a los datos de vacunaciones de SENASA. Dicho valor fue similar al promedio nacional y superior a los registrados para las regiones Noreste y Noroeste. Por otra parte, al realizar el cálculo con datos de estimaciones de stock para el lapso 2008 – 2013, la relación media obtenida fue de 0,59.

Si bien existen diferencias entre los resultados de acuerdo a la procedencia de la información, ambos reflejan que en la región en estudio la eficiencia reproductiva es muy similar a la media nacional y superior a la obtenida en las regiones del norte del país (CREA, 2017) Además, se observa que luego de la depresión de este parámetro en el 2010, se viene recuperando sostenidamente, ubicándose en el último año por encima de la media.

Hasta el año 2007 la región pampeana concentró más del 70% de los vientres del país, y a partir de ese año, la participación descendió en 5 puntos porcentuales que fueron tomados por las regiones del norte. Esta disminución se reflejó en la misma magnitud que la pérdida de participación del stock regional en la media nacional. A pesar de esta caída, la región pampeana sigue siendo la de mayor relevancia, agrupando el mayor número de vientres. Esto implica que cambios en los índices reproductivos zonales o fenómenos climáticos tengan un impacto significativo en los números nacionales de la ganadería.

2.1.2. La provincia de La Pampa

La Pampa, provincia mediterránea situada en el centro geográfico del país, cuya superficie es de 143.440 km² (aproximadamente el 4% del total nacional), limita al Norte con las provincias de Mendoza, San Luis y Córdoba; al Este, con Buenos Aires; al Sur, con Río Negro y, al Oeste, también con Mendoza (**Figura 2.7**).

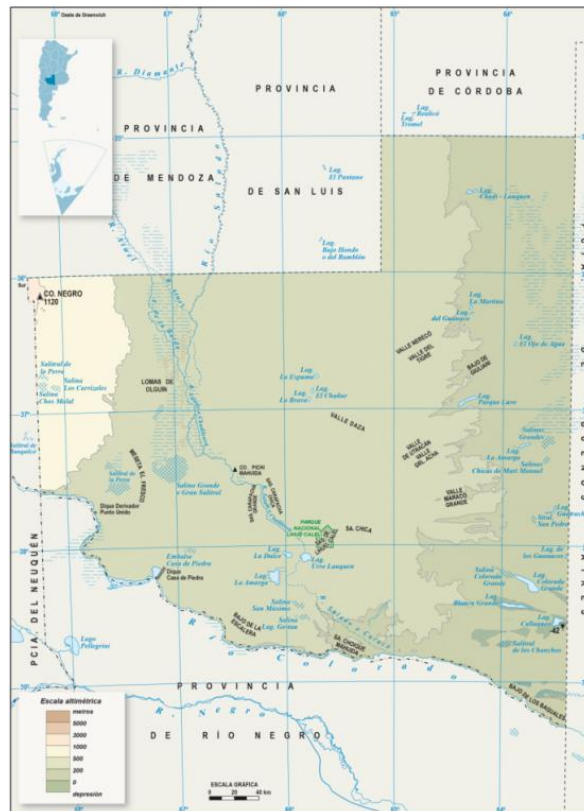


Figura 2.7. Ubicación geográfica de la provincia de La Pampa. Fuente: Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina.

Absorbe las últimas características de la pampa húmeda bonaerense -al extremo noreste- y los signos distintivos de la Patagonia, en la mayor parte del resto del territorio, configurando una bisagra geográfica que la acción de los pampeanos transforma en un puente solidario de integración del país. Sus puntos extremos se localizan de la siguiente manera:

- Norte: paralelo de 35° sur entre los meridianos de 63° 23' y 65° 07 oeste.
- Sur: punto trifinio con las provincias de Buenos Aires y Río Negro.

- Este: meridiano de 63° 23' oeste, entre los paralelos de 35° y 39° 11' latitud sur.
- Oeste: meridiano de 68° 17' longitud oeste entre los paralelos de 36°y 36° 11'.

La provincia de La Pampa integra el dominio de los climas templados y semiáridos (**Figura 2.8**). En el sector nororiental del territorio se registran los mejores niveles de precipitación, existiendo también buenos suelos y temperaturas agradables que han permitido el asentamiento de la mayor parte de la población con el mayor desarrollo productivo. Hacia el oeste y sudoeste, disminuye el nivel de precipitaciones y calidad de los suelos, siendo las amplitudes térmicas muy pronunciadas, típicas de los climas continentales. Las condiciones rigurosas del medio se acentúan en el extremo oeste, donde sólo es posible la ganadería intensiva, la agricultura bajo riego y la actividad minera.



Figura 2.8. Mapa climático de la República Argentina. Fuente: Argentour.

Modelos de producción bovina en La Pampa

Pamio (2000) definió los modelos pastoriles más comunes de producción ganadera vacuna en la provincia de La Pampa. El modelo de cría tiene como objetivo la producción de terneros. Objetivo ideal sería un ternero por vaca por año. Al destete se destinan a otras explotaciones donde completan el ciclo de engorde (invernada). Las terneras normalmente son recriadas dentro del establecimiento, y se utilizan para el auto – abastecimiento de vacas reproductoras a partir de reposición propia, siendo poco frecuente la adquisición de hembras de esta categoría.

Este modelo se desarrolla principalmente en el nordeste de la Provincia de La Pampa. Las limitaciones productivas básicamente se deben a características del suelo tales como subsuelos con tosca superficial o a condiciones de salinidad y de altura de la capa freática que impide la utilización de cultivos de mejor calidad.

Las praderas implantadas son en base a alfalfa con utilización de agropiro (*Penisetum maximum*) en los bajos salinos. Por el predominio en la zona, se estableció para los rodeos de cría la utilización de razas bovinas de origen británico Aberdeen Angus y Hereford.

- *Modelo de ciclo completo:* Además de la actividad cría, en este modelo se realiza la recria de terneros y terneras completando el engorde de novillos y vaquillonas preparándolos para el mercado. Además participan del proceso de engorde aquellas vaquillonas que no se utilizan para la reposición de vacas de cría, como así también los novillos y vacas de descarte.
- *Modelo de engorde (invernada) con agricultura:* Es el modelo que termina el proceso de engorde, para luego vender los animales provenientes de campos de cría, o de aquellos establecimientos que por motivos especiales no puedan completar su engorde. Puede tratarse de novillos, vaquillonas o vacas de descarte. Se complementa con la actividad agraria.

2.2. ENFERMEDADES VENÉREAS BOVINAS EN LA PAMPA

La Tesis Doctoral se centra en dos enfermedades venéreas con especial relevancia en La Pampa, que son tricomoniasis bovina (BT) y campilobacteriosis genital bovina (BGC). Estas enfermedades de transmisión sexual disminuyen la productividad del ganado induciendo pérdidas reproductivas, reduciendo las tasas de concepción y los períodos de parto, y aumentando los costos de los toros de reemplazo. En este capítulo se revisan de modo sucinto las principales características de cada una de ellas, ya que se desarrollan más profundamente en el capítulo III.

2.2.1. Tricomoniasis bovina

La tricomoniasis bovina es una enfermedad parasitaria de transmisión sexual del ganado bovino, causada por el protozoo flagelado *Tritrichomonas foetus*, que se distribuye a nivel mundial. Esta enfermedad presenta gran impacto en los sistemas de explotaciones extensivos donde se emplea la monta natural como técnica de reproducción (Rae et al., 2004).

La enfermedad se describió por primera vez en Francia en 1888 por Kunstler, sin embargo, su descubrimiento es atribuido al científico italiano Mazzanti en 1900, quien describió el agente en dos vacas y una vaquillona sacrificadas por su bajo nivel de fertilidad (Skirrow y BonDurant, 1988). En 1928, en un estudio de 105 fetos abortados se detectó la presencia del parásito en 9 casos (Riedmuller et al., 1928). En 1932, la enfermedad se describió por primera vez en ganaderías de leche en Estado Unidos, y durante 1933 los casos se describieron en todo el mundo (Rae et al., 2004). Actualmente está incluida en la Lista de enfermedades de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE); este organismo establece una serie de recomendaciones en relación a la importación de animales de cría, sementales y semen de origen bovino (OIE, 2018). En Argentina es una enfermedad de denuncia obligatoria según el Sistema de Notificación de Enfermedades (Res.422/2003, SENASA).

T. foetus puede causar inflamación del útero, abortos, muerte embrionaria temprana e infertilidad en el ganado bovino (*Bos taurus* y *Bos indicus*). El agente etiológico es un protozoo parásito flagelado de aspecto piriforme (Skirrow y BonDurant, 1988). *T. foetus* tiene una estructura alargada y mide de 8 a 18 μm de largo y de 4 a 9 μm de ancho, y posee 4 flagelos.

En el macho, se encuentra preferentemente en la cavidad prepucial, concentrándose mayoritariamente en la mucosa peneana y zonas adyacentes (Skirrow y BonDurant, 1988). Una vez infectado, actúa como portador asintomático, constituyendo la principal fuente de infección para el rodeo. En la hembra, el parásito se concentra preferentemente en los pliegues del cérvix y la infección es autolimitante, desapareciendo simultáneamente el parásito de todas las áreas del tracto genital al cabo de un periodo mínimo de 90– 95 días (Mancebo et al., 1995). También se ha asociado a bajos pesos al nacimiento y reducciones de más del 50% en la tasa de destete (BonDurant et al., 1950; Rae, 1989).

T. foetus tiene un ciclo biológico directo sin presentar formas de vida libre, ni hospedadores intermediarios y tiene como hospedador definitivo a los bovinos (Mendoza – Ibarra et al., 2011). En condiciones naturales se transmite directamente de animal infectado a animal sano, casi exclusivamente mediante la cópula. Los toros se infectan durante el servicio de vacas infectadas, quedando como portadores asintomáticos.

La tricomoniasis bovina es una enfermedad internacional, habiéndose manifestado su presencia en países de los cinco continentes. Numerosos estudios de esta enfermedad coinciden en señalarla como endémica en aquellas zonas donde el ganado bovino se explota en régimen extensivo y la monta natural se utiliza de forma habitual (Michi et al., 2016).

En Argentina, los estudios y resultados de prevalencia disponibles son muy escasos. En Buenos Aires se estimó una prevalencia del 19,4% (Rojas et al., 2011). En el este de La Pampa se encontró una prevalencia del 11,1% (Suárez et al., 2008). La mayor parte de las prevalencias reportadas proceden de estudios con pocos rodeos y condiciones limitadas, por lo que es posible que no reflejen la situación real de un modo preciso.

Esta enfermedad cursa con fallo reproductivo temprano, ocasionando múltiples servicios infértiles y ciclos estrales regulares o irregulares acompañados de escasos signos clínicos consistentes en vaginitis, cervicitis y endometritis, observándose en ocasiones una descarga vulvo – vaginal mucosa o mucopurulenta. En el rodeo se produce una disminución de la fertilidad, se alarga el intervalo entre partos y como consecuencia se disminuye el número de terneros/año, lo que genera numerosas pérdidas económicas. La reducción en el número de terneros que se obtienen en el mismo período de tiempo y en su peso final se traduciría en una disminución de los ingresos por terneros que oscilaría entre el 4,4% y el 10,2% (Collantes – Fernandez et al., 2014). También es importante la repercusión en los costos de alimentación

cuando los partos se producen en épocas desfavorables. A estas pérdidas habría que añadirle las ocasionadas por las vacas que abortan o desarrollan piómetras, y las derivadas de dos situaciones epidemiológicas que agravan el proceso: la existencia potencial de vacas portadoras para la siguiente estación reproductora y el posible incremento en la prevalencia de la infección al ser adquirida por los toros no infectados. Por otra parte, están los gastos derivados del sacrificio y reposición de los animales infectados, así como el costo de la atención veterinaria (Mendoza – Ibarra et al., 2011).

El diagnóstico debe basarse en la identificación del parásito en las secreciones prepuciales o en el mucus cérvico – vaginal de los animales infectados. Para el diagnóstico de la infección en un rodeo, lo más recomendable es muestrear a los sementales en vez de a las hembras, debido a la persistencia de la infección en el toro durante periodos de tiempo prolongados. La muestra de elección en el toro es el esmegma prepucial. La toma de muestras y el transporte son puntos clave que deben llevarse a cabo siguiendo procedimientos normalizados y validados (Yao, 2013).

Se han desarrollado técnicas moleculares basadas en la PCR para la confirmación de *T. foetus* (Campero et al., 2003). Una PCR de diagnóstico consiste en una extracción específica y la amplificación del ADN utilizando técnicas moleculares con cebadores específicos. Las PCR constituyen una interesante alternativa a la microscopía, teniendo en cuenta que se necesita menos tiempo para obtener los resultados, y también que permiten la detección de microorganismos muertos. Las pruebas basadas en el ADN pueden servir como pruebas auxiliares o primarias (Campero et al., 2003b), y desempeñan un papel fundamental en la diferenciación de los protozoos tricomónidos recogidos de las muestras bovinas procedentes del tracto reproductor.

2.2.2. Campilobacteriosis genital bovina

La campilobacteriosis genital bovina es una enfermedad infecciosa de transmisión sexual del ganado bovino, causada por el bacilo GRAM (-) *Campylobacter fetus* subespecies *veneralis*. Esta enfermedad también es de gran impacto económico en los sistemas extensivos donde se emplea la monta natural como técnica de reproducción (Eaglesome y Garcia, 1992).

Aunque su distribución es mundial, la mayor incidencia se encuentra en las zonas donde la inseminación artificial no ha desplazado a la monta natural. Se notificó una prevalencia del 37% en Uruguay (Repiso et al., 2005). En Buenos Aires (Argentina) se informó una prevalencia del 1,5% (Rojas et al., 2011). En el este de La Pampa, se encontró una prevalencia del 7,0% (Suárez et al., 2008).

Desde principios del siglo XX existen referencias a una bacteria en forma de coma relacionada con procesos de infertilidad bovina en Inglaterra, Estados Unidos y Holanda. En 1959 fue identificada en Bélgica por primera vez (Florent, 1959). Actualmente está incluida en la Lista de enfermedades de la OIE (OIE, 2018). En Argentina es una enfermedad de denuncia obligatoria según el Sistema de Notificación de Enfermedades (Res.422/2003, Senasa). La bacteria es un bacilo móvil en forma de coma, que mide en torno a 0,3 mm de ancho y 2,5 mm de largo. A veces pueden encontrarse formas sigmoideas o esféricas (Monke et al., 2002).

C. fetus puede causar muerte precoz del embrión, abortos esporádicos e infertilidad. La hembra se contagia durante la cópula y la infección puede quedar en el área vaginal o colonizar el útero. En el macho se aloja en el prepucio y en la mucosa del pene, aunque es asintomático. Las hembras generalmente eliminan la enfermedad después de 3 – 6 meses post-infección (Corbeil et al., 1981). Los rodeos infectados pueden reducir las tasas de fertilidad hasta en un 20% y aumentar la tasa de aborto hasta en un 10% (Hum, 1987). Además, la esterilidad puede ocurrir en aproximadamente el 11% de las vaquillonas infectadas (McCool et al., 1988).

El agente puede identificarse a partir de muestras de esmegma prepucial y semen en el macho, mucus cervicovaginal en la hembra o fetos abortados y placentas. Para el diagnóstico de la infección en un rodeo, lo más recomendable es muestrear a los sementales en vez de a las hembras, debido a la persistencia de la infección en el toro durante periodos de tiempo prolongados. La muestra de elección en el toro es el esmegma prepucial. La muestra se puede obtener mediante raspado, aspiración o lavado prepucial, y puede utilizarse para aislamiento o diagnóstico mediante la prueba de la inmunofluorescencia (Tedesco et al., 1977; Campero et al., 2003a; Clarke y Dufty, 1978). Las técnicas más adecuadas para el diagnóstico son las basadas en PCR, que alcanzan una sensibilidad y especificidad cercanas al 100% (Abril et al., 2007).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAPÍTULO I. EPIDEMIOLOGÍA ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA TRICOMONIASIS BOVINA Y DE LA CAMPYLOBACTERIOSIS GENITAL BOVINA EN LA PROVINCIA DE LA PAMPA (ARGENTINA)

Este capítulo corresponde a la siguiente publicación: Molina, L., Perea, J., Meglia, G., Angón, E., García, A. 2013. *Spatial and temporal epidemiology of bovine trichomoniasis and bovine genital campylobacteriosis in La Pampa province (Argentina)*. *Preventive Veterinary Medicine*, 110(3-4): 388 – 394. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.02.019>

Introducción

La tricomoniasis bovina (BT) y la campilobacteriosis genital bovina (BGC) son dos enfermedades venéreas causadas respectivamente por el protozoo flagelado *Tritrichomonas foetus* (Skirrow y BonDurant, 1988) y la bacteria Gram (-) *Campylobacter fetus subspecies venerealis* (Eaglesome y Garcia, 1992). Ambos agentes se transmiten durante el coito, y colonizan el tracto reproductivo de toros y vacas. En vacas, la infección puede causar fallos reproductivos, incluyendo repeticiones de estro, muertes embrionarias y abortos; en toros, ambos agentes patógenos son típicamente asintomáticos (Anderson, 2007, Mancebo et al., 1995). Toros y vacas infectados pueden llegar a ser portadores asintomáticos durante un largo periodo de tiempo (Corbeil et al., 2003).

En las zonas donde la producción bovina se ha intensificado, la inseminación artificial (IA) ha desplazado a la monta natural; lo que favorece el control de los factores que típicamente favorece ambas enfermedades (BonDurant, 2005). Como resultado, la incidencia de ambas enfermedades en Europa, por ejemplo, es muy baja o inexistente. No obstante, en las zonas donde los sistemas de producción siguen siendo extensivos, basados en pastos comunales y

monta natural, la incidencia de ambas enfermedades sigue siendo elevada (Gay et al., 1996, Mshelia et al., 2010). Además, las vacunas desarrolladas hasta el momento no inducen una respuesta inmune efectiva, lo que dificulta la implementación de planes de control eficaces en áreas endémicas (Cobo et al., 2004, Villarroel et al., 2004). En consecuencia, ambas enfermedades continúan estando asociadas con pérdidas económicas debido a fallos reproductivos.

En Argentina, BT y BGC se consideran endémicas, y causantes de un considerable impacto económico adverso (Mardones et al., 2008, Jiménez et al., 2011). La provincia de La Pampa concentra en torno al 6% del stock bovino nacional (SENASA, 2012); con un sector cárnico que supone el 16% del producto bruto provincial (DGEC, 2012). La importancia económica del sector llevó en 2006 a la implementación de un Programa de Control y Erradicación de BT y BGC (PCE). El programa es obligatorio para todos los rodeos; no obstante, debido a la escasa información epidemiológica y económica sobre la incidencia de ambas enfermedades en la región, sólo se ha implementado la fase de control, por lo que el sacrificio de los toros positivos es voluntario.

Investigaciones recientes han reconocido la importancia de identificar áreas de alto riesgo para mejorar los esfuerzos de intervención (Kazembe et al., 2009). La ubicación geográfica ofrece un conjunto de factores que afectan la prevalencia de la enfermedad. La heterogeneidad espacial en estos factores influye sobre los patrones de transmisión (Allepuz et al., 2011). Consecuentemente, los esfuerzos para reducir la prevalencia de BT y BGC en La Pampa deberían incluir la investigación sobre la influencia de la ubicación de los rodeos bovinos. Este tipo de análisis son escasos en enfermedades venéreas bovinas y se han focalizado en la modelización espacial de BT (Szonyi et al., 2012). BT y BGC deberían compartir algunos factores de riesgo como el tamaño del rodeo, la densidad animal o compartir pasturas. La identificación de patrones similares de variación espacial sería una prueba de que ambas enfermedades comparten factores de riesgo en La Pampa (Knorr–Held and Best, 2001).

Los datos compilados bajo el PCE brindan información confiable y esencial con respecto a la distribución y la epidemiología de estas enfermedades en La Pampa. En consecuencia, deberían servir de base para las decisiones relativas a la prevención, el control y la posible erradicación de BT y BGC. Por tanto, el objetivo del presente estudio, utilizando datos oficiales del PCE, fue determinar la prevalencia y la distribución espacio – temporal de estas enfermedades en la provincia de La Pampa.

Material y métodos

El área de estudio fue la provincia de La Pampa en Argentina, que incluyó un total de 2.582.860 bovinos, o el 6% del total de la población bovina de Argentina (INDEC, 2012). La Pampa está ubicada en el centro geográfico de Argentina y tiene una superficie de 143.440 km²; aproximadamente el 5,2% de Argentina. La producción ganadera en La Pampa es típicamente extensiva e involucra dos sistemas principales de producción: rodeos que producen terneros para explotaciones de engorde (rodeos de cría) y rodeos en los que se desarrolla la cría y el engorde en la misma explotación (rodeos de ciclo completo).

La población de estudio está compuesta por un total de 29.178 toros no vírgenes de 3.766 rodeos, evaluados bajo el programa de control y erradicación (PCE) desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre de 2010 (**Figura 3.1**). La legislación de La Pampa requiere el muestreo de todos los toros no vírgenes existentes en cualquier rodeo para BT y BGC antes de autorizar el movimiento inter – provincial o intra – provincial de cualquier tipo de ganado (toros de cría, toros no reproductores, vacas, terneros) a otro rodeo, fedlot o matadero (Res. 358/2008, SENASA). Por lo tanto, la población de estudio corresponde a todos los toros no vírgenes en los rodeos de cría existentes en La Pampa en 2010, excepto los pocos rodeos sin movimientos animales durante 2010.

Todos los toros no vírgenes en La Pampa fueron evaluados dos veces al año como parte del PCE. Las muestras fueron tomadas por 260 veterinarios acreditados por PCE. Se recogieron muestras de esmegma prepucial con raspador de cepillo de plástico o cobre, pipeta IA o lavado prepucial (Irons et al., 2002). El material recogido se transfirió a tubos que contenían 5 ml de solución salina tamponada con fosfato (PBS, pH 7,0). La suspensión de PBS se mezcló a fondo para asegurar una mezcla homogénea. Las muestras fueron analizadas dentro de las 24 h de la recolección por uno de los 16 laboratorios acreditados en La Pampa.

Para la detección de *T. foetus*, se inocularon 10 ml de suspensión PBS en medio Diamontmodificado con tioglicolato. Las muestras se incubaron en oscuridad a 37°C durante 7 días (Parker et al., 2003) y se examinaron microscópicamente (× 200 para cribado, × 400 para confirmación) los días 2, 4, 6 y 7 después del cultivo. Los parásitos se identificaron por sus características morfológicas y motilidad. *C. fetus* fue identificado utilizando la técnica de inmunofluorescencia directa descrita por Dufty (1967), siguiendo a Terzolo et al. (1992). Las

muestras con al menos una bacteria fluorescente con características morfológicas típicas de *C. fetus* se clasificaron como positivas.

Cada toro se clasificó como negativo si todos los resultados en dos pruebas consecutivas fueron negativos, y positivo si al menos una prueba arrojó resultados positivos (Pérez et al., 2006). Los rodeos con al menos un toro positivo se clasificaron como positivos.

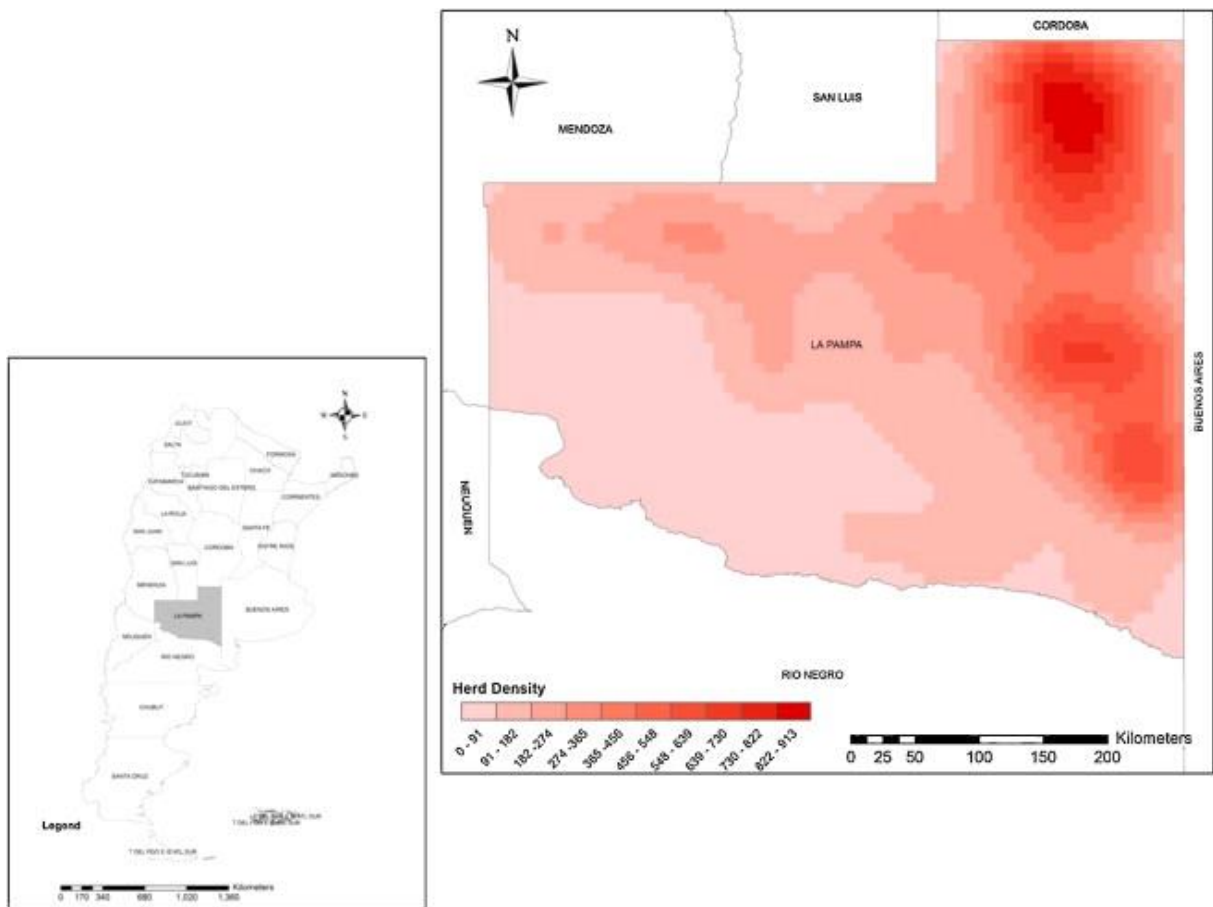


Figura 3.1. Mapa suavizado de Kernel de la densidad de rodeos en La Pampa y su ubicación en Argentina.

Los rodeos se geolocalizaron en un sistema de cuadrícula de 254 celdas basado en el sistema de cuadrícula utilizado por SENASA para la geolocalización de toda la actividad agrícola en Argentina. Cada celda midió $0,223^\circ$ de latitud y $0,223^\circ$ de longitud, y comprendía aproximadamente 625 km^2 (con un error debido a la proyección geográfica de $0,000016 \text{ km}^2$ por celda), con la excepción de las 34 celdas de límite en el sureste de la provincia, que fueron irregulares y más pequeñas.

Los datos se agregaron a nivel de celda. Este enfoque fue necesario para preservar la confidencialidad de los ganaderos. Para cada celda, la prevalencia de las dos enfermedades se calculó como la proporción de toros / rodeos positivos con respecto al número total de toros / rodeos evaluados. Para visualizar la prevalencia, se crearon mapas de coropléticos para cada enfermedad utilizando el paquete de software ArcGIS 9.3 (ESRI, Redlands, CA).

Se utilizaron técnicas de análisis espacial (SaTScan versión 9.0) para identificar conglomerados espaciales de BT y BCG en La Pampa (Kulldorff, 1997). Se supuso que el número de toros positivos para *T. foetus* o *C. fetus* en cada celda seguía la distribución de Poisson, mientras que el número total de toros por celda constituía la población en riesgo. La latitud y la longitud de los centroides de cada celda se usaron en el archivo de coordenadas. Se investigaron formas de conglomerado espacial circulares y elípticas. Esto proporciona una potencia ligeramente mayor para verdaderos grupos de forma larga y estrecha (Kulldorff, 2010). El tamaño máximo del conglomerado espacial se estableció en el 50% de la población en riesgo, según las recomendaciones de Kulldorff (2010). Los valores críticos (p) se obtuvieron en base a simulaciones de Monte Carlo después de 999 réplicas aleatorias del conjunto de datos, bajo la hipótesis nula de aleatoriedad espacial. Para los conglomerados significativos ($p < 0,05$), la relación observada – esperada (REA) se calculó como el riesgo de que un toro sea positivo dentro del conglomerado, en comparación con el riesgo de la población. De todos los diferentes clústeres significativos identificados ($p < 0,05$), se ha elegido mostrar para cada enfermedad el conglomerado con la REA más alta.

Se formuló la hipótesis de que la densidad de ganado sería un fuerte predictor de la distribución espacial del riesgo de BT y BGC (Mardones et al., 2008, Jiménez et al., 2011). Para probar esta hipótesis, se calcularon los coeficientes de correlación de Spearman para cuantificar la relación entre los indicadores de densidad ganadera y el riesgo de BT y BGC a nivel de celda. Los indicadores de densidad (número de rodeos, número de toros, número de vacas, vacas por rodeo, vacas por toro, toros por rodeo) se construyeron con los datos del censo

provincial llevado a cabo por SENASA (2012). El riesgo se estimó como la proporción de toros BT o BGC positivos en cada celda.

Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo a un nivel significativo de $\alpha \leq 0.05$ y utilizando el software SPSS 15.0.

Resultados

La cuadrícula provincial comprendía 254 celdas, de las cuales se tomaron muestras de 241; las 13 células restantes no contenían rodeos de cría. El número de rodeos evaluados por celda varió de 1 a 89 (mediana = 10), mientras que el número de rodeos positivos por celda varió de 0 a 4 (mediana = 0) para *T. foetus* y de 1 a 9 para *C. fetus* (mediana = 1). El número de toros muestreados por celda varió de 1 a 654 (mediana = 93); entre 0 y 11 dieron positivo (mediana = 0) para *T. foetus* y entre 0 y 8 para *C. fetus* (mediana = 1).

La infección por *C. fetus* se detectó en 437 toros (1,50%, intervalo de confianza del 95%: 0,43 – 2,57%) y 86 rodeos (2,28%, intervalo de confianza del 95%: 0,91 – 3,65%). A nivel de celda, la prevalencia de BCG (mediana = 0,27%) varió entre 0% y 100%. La infección por *T. foetus* se detectó en el 1,06% (intervalo de confianza del 95%: 0,10 – 2,20%) de los toros y 5,15% (intervalo de confianza del 95%: 3,10 – 7,20%) de los rodeos. A nivel de celda, la prevalencia (mediana = 0%) varió entre 0% y 100%. Un total de 1,14% de los rodeos contenían toros positivos tanto para *T. foetus* como para *C. fetus*, mientras que el 7,43% de los rodeos contenía toros para al menos una de las dos enfermedades.

El número de muestras realizadas por mes varió de 152 a 11,988; el sesenta por ciento se realizaron entre agosto y septiembre. La tasa de positividad de BT más elevada se observó en febrero (3,14%) y la más baja en diciembre (0,35%). Para BGC, la tasa de positividad más alta se registró en abril (8,59%) y la más baja en junio (0,35%) (**Figura 3.2**).

La estadística espacial detectó un único grupo elíptico significativo (proporción entre la semi distancia focal y el semieje mayor de la elipse, excentricidad = 2, parámetro de ajuste de penalización = 0,5) en el sureste de la provincia de La Pampa ($p = 0,008$) para *T. foetus* y un grupo circular en el sur de la provincia para *C. fetus* ($p = 0,017$). No se detectaron agrupaciones espaciales secundarias estadísticamente significativas. La prevalencia de *T. foetus* y el

conglomerado elíptico, que coincide aproximadamente con el área de alto riesgo (REA = 4,61), se muestran en la **Figura 3.3**. La prevalencia de *C. fetus* y el conglomerado circular, que se superpone aproximadamente con el área de alto riesgo alto (REA = 2,80), se muestran en la **Figura 3.4**.

Los coeficientes de correlación de Spearman no indicaron correlación lineal entre el riesgo BT o BGC y ninguno de los indicadores de densidad ganadera evaluados a nivel de celda (número de rodeos, número de toros, número de vacas, vacas por rodeo, vacas por toro, toros por rodeo). Sin embargo, las células de alto riesgo para BGC también fueron células de alto riesgo para BT ($r = 0,721$, $p = 0,0014$).

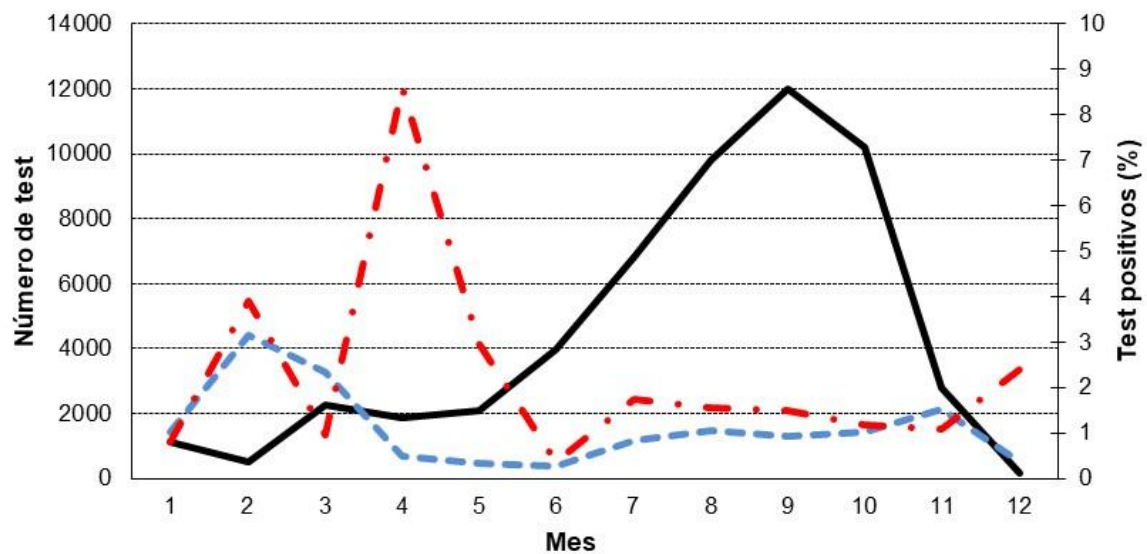


Figura 3.2. Series temporales mensuales del número total de test realizados (—), la proporción de test positivos para BT (—), y la proporción de test positivos para BGC (—) en 2010.

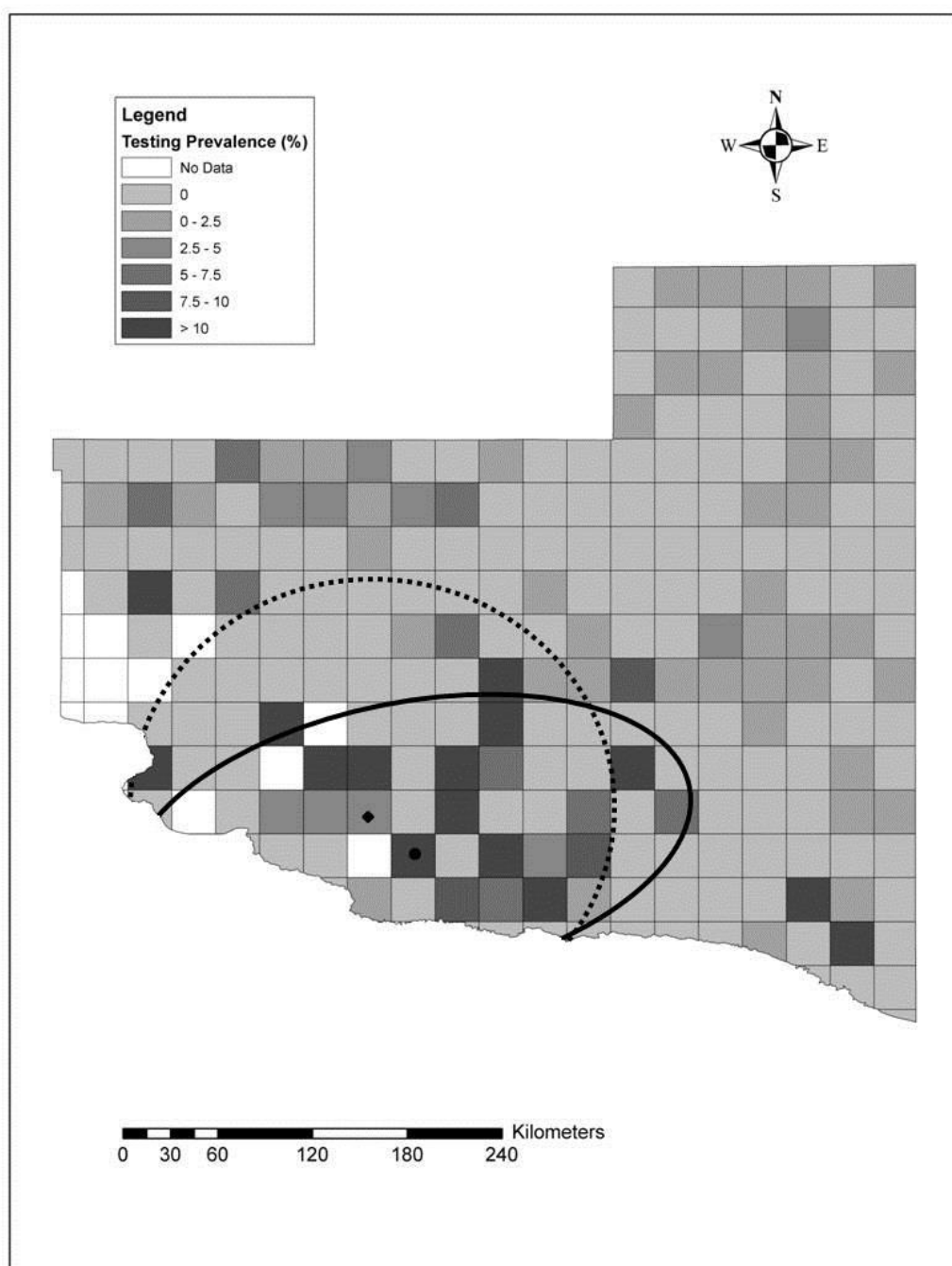


Figura 3.3. Mapa coroplético de la tricomoniasis bovina en toros de La Pampa, con base en datos de 2010 de toda la provincia. Se muestra el clúster espacial más probable identificado por las estadísticas espaciales.

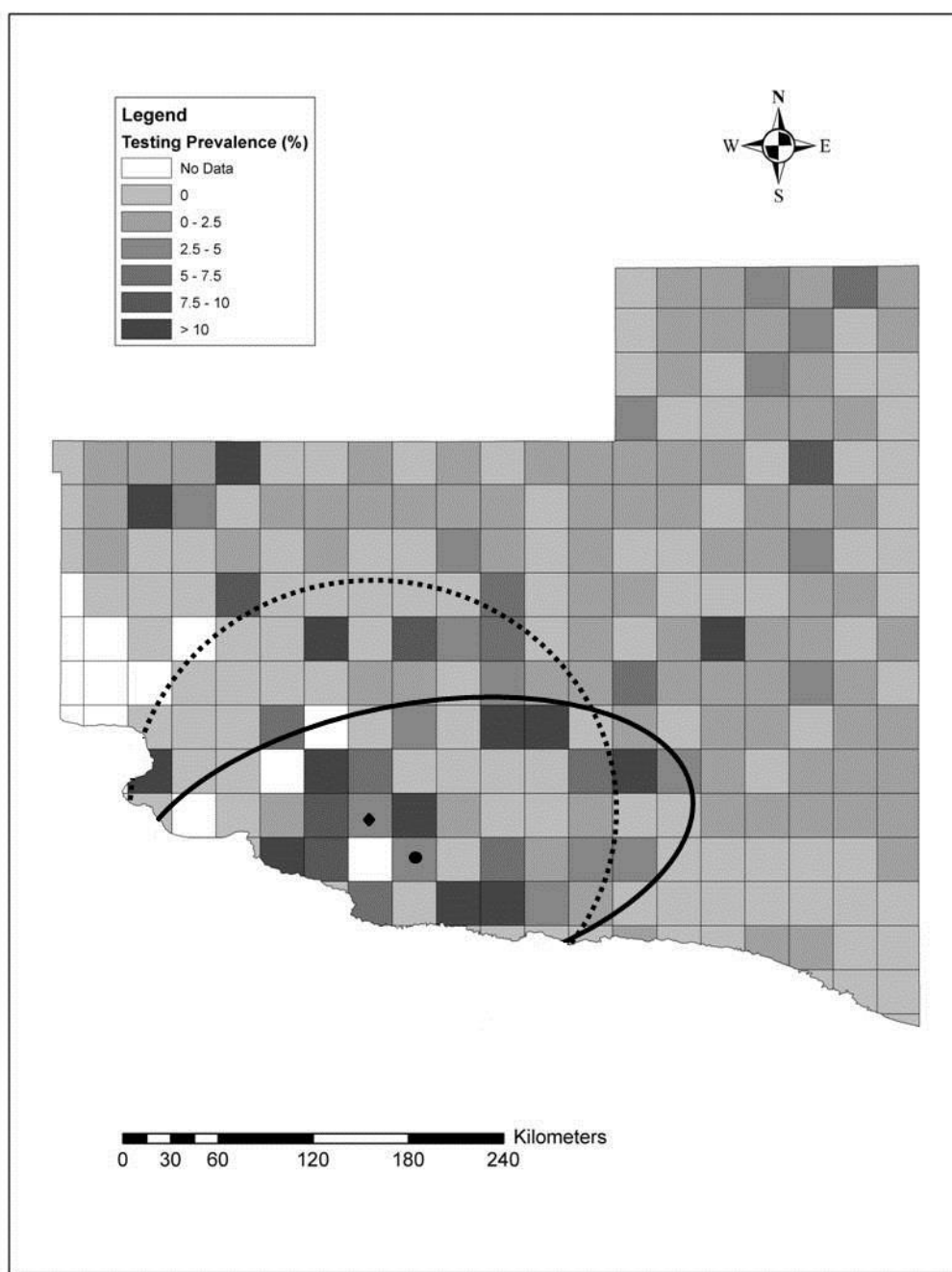


Figura 3.4. Mapa coroplético de la campilobacteriosis genital bovina en toros de La Pampa, con base en datos de 2010 de toda la provincia. Se muestra el clúster espacial más probable identificado por las estadísticas espaciales.

Discusión

En este artículo se analizaron los datos del Programa de Control y Erradicación de Enfermedades Venéreas en bovinos de la provincia de La Pampa de 2010, para determinar la prevalencia y la distribución temporal y espacial de ambas enfermedades. Los resultados muestran que la distribución de BT y BGC no es homogénea. Se identificaron dos conglomerados espaciales en el sur de la provincia. Este estudio proporciona datos de referencia para monitorear el éxito de las actividades de control de BT y BGC en La Pampa.

La población estudiada estuvo formada por los toros no vírgenes en rodeos de cría que realizaron movimientos anuales durante 2010, alrededor de 30.000 toros y 3.700 rodeos. Esta población se aproxima mucho a toda la población de toros no vírgenes y rodeos reproductores que existen en La Pampa, excluyendo sólo algunas unidades productivas de cría que no movieron ganado durante 2010, o aquellas que no tienen toros no vírgenes. Es posible que algunos rodeos no movieran animales durante 2010. Sin embargo, es muy infrecuente que una unidad productiva dedicada a la cría de ganado no mueva ningún animal, especialmente terneros a otras explotaciones. También es posible, aunque improbable, que algunos toros no vírgenes de unidades productivas muestreadas no hayan sido testados. Por tanto, los resultados del presente estudio pueden ser extrapolados a todos los rodeos de cría en La Pampa.

La prevalencia registrada aquí se refiere a 2010, el primer año de pruebas obligatorias para todos los toros no vírgenes en La Pampa. Aunque inicialmente se pretendía que el muestreo obligatorio dos veces al año bajo el PCE se implementara a partir de 2008, el programa no se implementó efectivamente hasta 2010 debido a las dificultades económicas provocadas por la sequía de 2008 – 2010. En la provincia de Buenos Aires, con sistemas de producción similares, aunque sin un programa obligatorio de BT o BGC desde 1989, se han reportado tasas de prevalencia considerablemente más altas, en el rango de 0,5 – 2% para los toros y 4,2 – 15% para los rodeos en el caso de BGC; y 3,4 – 4,1% para los toros y 16,3 – 28% para los rodeos en el caso de BT (Campero, 2000; Pérez et al., 2005; Rojas et al., 2011). Los únicos datos previamente publicados sobre prevalencia de BT y BGC en la provincia de La Pampa, reportados por Fort et al. (2007), indican para 2006 una tasa de positividad para *T. foetus* de 2,53% en los rodeos y 10,38% en los toros; y una tasa de positividad de *C. fetus* de 1,72% en los rodeos y 10,38% en los toros. Estos datos se refieren sólo al área central de la provincia, representan el 6% de los rodeos y el 7% de los toros no vírgenes (INDEC, 2012), y se basan en una prueba única por toro, lo que probablemente lleva a una subestimación de la prevalencia.

Los resultados del presente estudio, por lo tanto, indican una mayor disminución en la prevalencia de BT y BGC de lo sugerido por una simple comparación de datos. Las tasas de prevalencia de BT y BGC necesitarán ser monitoreadas en años futuros para determinar si la disminución registrada aquí es parte de una tendencia consistente.

Sin embargo, los bajos niveles de prevalencia observados en este estudio no sólo pueden atribuirse al programa PCE, sino también a otros factores, incluida la grave sequía de 2008 – 2010, el momento del muestreo y los procedimientos de diagnóstico utilizados. Cabe destacar que, bajo el PCE, se recomendó el sacrificio de ganado positivo, pero no fue obligatorio.

La sequía que afectó a La Pampa entre 2008 y 2010 dio lugar a una serie de cambios en las actividades de cría que pueden haber favorecido una disminución en la incidencia de BT y BGC. Debido a la sequía, la temporada de cría se retrasó cada año, prolongando así el período de descanso reproductivo y posiblemente dificultando la reinfección de los toros, y favoreciendo la curación de las vacas positivas (Rae et al., 2004). Los productores han adaptado la densidad ganadera de los rodeos para equilibrarla con la disponibilidad de recursos alimenticios, ya sea reduciendo o abandonando temporalmente la actividad de reproducción. En general, los primeros toros que se eliminan de un rodeo son los más viejos, que generalmente tienen las tasas más altas de infección (Mendoza – Ibarra et al., 2011).

El momento de muestreo también puede haber influido en la notable disminución de la prevalencia. Se observaron tendencias similares para ambas enfermedades: las tasas de positividad alcanzaron su punto máximo en otoño, y luego disminuyen progresivamente hasta el final del año. Esta tendencia puede estar relacionada con el momento de la toma de muestras, que se concentró en gran medida en la temporada de cría (es decir, de septiembre a noviembre), cuando el nivel de microorganismos en el esmegma prepucial tiende a ser más bajo. Llevar a cabo la mayoría del muestreo en los meses previos a la temporada de cría claramente ayudaría a reducir la tasa de falsos negativos provocada por bajos niveles de microorganismos en el esmegma prepucial; al mismo tiempo, permitiría evaluar el estado de salud de los toros antes de la reproducción, reduciendo así la tasa de fallos reproductivos. Dado que la reproducción natural tiende a ser no estacional, sería aconsejable dejar descansar a los toros durante 30 – 45 días antes del muestreo, con el fin de aumentar los niveles de patógenos en el esmegma prepucial. Sin embargo, la consistencia de la distribución temporal observada en el presente estudio necesitaría ser confirmada en años futuros.

El control efectivo de BT y BGC requiere de técnicas de diagnóstico de alta precisión. En el presente estudio, se utilizaron cultivos de esmegma prepucial para detectar *T. foetus*, mientras que la técnica de inmunofluorescencia directa se utilizó para *C. fetus*; ambas técnicas son ampliamente utilizadas para diagnosticar BT y BGC, respectivamente. La sensibilidad y la especificidad de ambas técnicas han sido estimadas previamente. Perez et al. (2006) encontraron una sensibilidad del 72,04% y una especificidad del 95,37% para la técnica de diagnóstico de BT. Ferreira et al. (2002) reportaron una sensibilidad del 92,59% y una especificidad del 88,89% para la técnica de inmunofluorescencia directa de BGC. Bajo condiciones de campo, factores técnicos que influyen tanto en el diagnóstico en sí (v.g. intervalo de muestreo, almacenamiento inadecuado de la muestra) como en el proceso de toma de muestras (v.g. técnica de recolección, experiencia del operador) tienden a limitar la sensibilidad de ambas pruebas; por esa razón, se recomiendan de 2 a 4 pruebas consecutivas para clasificar a un animal como negativo (Ferreira et al., 2002; Pérez et al., 2006). Los diagnósticos en La Pampa se basaron sólo en dos pruebas, lo que podría conducir a una alta tasa de falsos negativos. Investigaciones recientes sugieren que las técnicas de PCR en tiempo real ofrecen mayor sensibilidad y especificidad en condiciones de campo que los métodos de diagnóstico utilizados aquí, permitiendo así descartar la infección mediante una única prueba negativa (McMillen y Lew, 2006; Szonyi et al., 2012). Aunque, como Mendoza – Ibarra et al. (2011) han señalado, el uso combinado de técnicas moleculares y de cultivo para el diagnóstico de rutina sería lo ideal. La posibilidad de utilizar métodos de PCR en tiempo real en La Pampa tendría que ser considerada. En cualquier caso, el proceso de toma de muestras y los métodos de diagnóstico utilizados bajo el PCE pueden haber llevado a una alta tasa de falsos negativos, lo que explicaría en parte las bajas prevalencias registradas en este estudio.

Los análisis espaciales han mostrado que los rodeos en el centro – sur de La Pampa tienen una mayor probabilidad de contener toros infectados con *T. foetus* y *C. fetus* que los rodeos ubicados en otras áreas de La Pampa. Por otra parte, la fuerte correlación entre el riesgo de infección por BT y BGC y la gran área en el sur de la provincia, que es compartida por los clústeres espaciales de ambas enfermedades, es evidencia de variación común de la prevalencia de BT y BGC. Es posible que tanto BT como BGC compartan factores de riesgo comunes o que una enfermedad puede aumentar el riesgo de la otra.

Los estudios realizados en Argentina en los últimos años han identificado algunos factores de riesgo comunes para ambas enfermedades (Mardones et al., 2008; Jiménez et al., 2011).

Algunos de estos factores coexisten en el área de coinfección: el intercambio de toros y el pastoreo compartido son frecuentes; por lo que el área de coinfección identificada en esta investigación podría considerarse evidencia de que BT y BGC comparten factores de riesgo en La Pampa. Sin embargo, otros factores relacionados con ambas enfermedades, por ejemplo, un alto número de rodeos o una alta densidad de ganado, no se encuentran en el área de coinfección ni en las áreas de riesgo individual. Una explicación de este hecho podría ser que los esfuerzos del PCE en años anteriores se han centrado en el noreste, un área con mayor densidad animal, mientras que el 2010 fue el primer año con una evaluación completa del sudoeste.

La relación entre algunos de los factores anteriores y el riesgo de BT y BGC podría evaluarse incluyendo covariables específicas en un modelo espacial; sin embargo, el principal objetivo de este estudio fue explorar la distribución espacial del riesgo de BT y BGC en La Pampa para evaluar la heterogeneidad del riesgo espacial. En este sentido, una formulación conjunta que considere simultáneamente variaciones temporales y espaciales en el riesgo de BT y BGC permitiría una mejor comprensión de la epidemiología de ambas enfermedades. Un modelo apropiado podría ser un modelo de componente compartido, en el cual la superficie de riesgo subyacente se descompone en porciones que comprenden la variación compartida y la variación específica de la enfermedad (Knorr-Held y Best, 2001).

Por otra parte, el alto nivel de correlación entre la prevalencia BT y BGC sugiere que una enfermedad puede ser un factor de riesgo para la otra. Si también se considera que BT y BGC comparten los mismos signos clínicos, esta coincidencia se debe tener en cuenta en los programas de control de cualquiera de las dos enfermedades. Estas observaciones refuerzan la idea de que los planes de intervención efectivos deberían centrarse conjuntamente en BT y BGC.

Se podría haber obtenido una mejor resolución espacial si se hubieran tenido en cuenta los puntos georreferenciados. Sin embargo, no estaban disponibles. Cuando las ubicaciones exactas de las explotaciones no están disponibles, los datos se suelen analizar de forma agregada siguiendo un enrejado regular (Abrial et al., 2005) o haciendo uso de la unidad geográfica más baja para los datos disponibles (Allepuz et al., 2011). Una desventaja del uso de datos agregados es que la posición de los límites y el tamaño de las áreas generalmente no muestran una distribución espacial de los factores epidemiológicos. Aquí se ha considerado una rutina de agregación regular donde los límites mantienen aproximadamente la misma longitud (25 km), y las áreas cubren aproximadamente la misma superficie (625 km²). Este nivel de agregación

es similar al utilizado por Szonyi et al. (2012) en BT en Texas. Sin embargo, los diferentes niveles de agregación pueden causar diferentes resultados estadísticos, el denominado problema de unidad de área modificable (Elliot y Wartenberg, 2004).

Desde la puesta en funcionamiento del PCE en La Pampa, se ha requerido un certificado de diagnóstico negativo para introducir toros no vírgenes de otras provincias en los rodeos locales con fines de cría. Sin embargo, el movimiento de toros no vírgenes dentro de la provincia depende completamente del productor, ya que sólo se requiere un certificado de muestreo, ya sea negativo o positivo. Si bien la mayoría de los productores probablemente sean reacios a aceptar toros infectados, no está prohibido por ley. Los toros no vírgenes involucrados en intercambios comerciales son la principal causa de propagación de ambas enfermedades. No existen restricciones relacionadas con BT o BGC en el comercio de vacas no vírgenes; esto puede ser significativo, dada la frecuencia del comercio interprovincial y el hecho de que ninguna de las provincias contiguas está implementando actualmente programas de control de enfermedades venéreas. La introducción de vacas infectadas en los rodeos de cría puede contribuir a la propagación de BT y BGC. Sin embargo, dado que las vacas tienden a eliminar ambos patógenos del tracto reproductivo a los pocos meses de la infección (Mancebo et al., 1995), los toros no vírgenes siguen siendo la principal fuente de propagación. Para que la propagación de estas enfermedades se controle efectivamente en La Pampa, es esencial introducir medidas para prevenir tanto el uso de toros infectados con propósitos de cría como el movimiento de toros no vírgenes de rodeo a otro.

CAPÍTULO II. ENFERMEDADES VENÉREAS BOVINAS EN LA PAMPA: APLICACIÓN DE MODELOS DE SERIES TEMPORALES

Este capítulo corresponde a la siguiente publicación: Molina, L.L., Angón, E., García, A., Moralejo, R.H., Caballero – Villalobos, J., Perea, J.M. 2018. *Time Series Analysis of Bovine Venereal Diseases in La Pampa, Argentina*. *PloS ONE*, 13(8): e0201739. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201739>

Introducción

La tricomoniasis bovina (BT) y la campylobacteriosis genital bovina (BGC) son dos enfermedades venéreas causadas respectivamente por el protozoo *Tritrichomonas foetus* y la bacteria GRAM (-) *Campylobacter fetus* subespecie *venerealis* (Skirrow y BonDurant, 1988; Eaglesome y García, 1992). Ambos patógenos se transmiten durante el coito y colonizan el tracto reproductivo de vacas y toros. En vacas la infección puede causar fallos reproductivos, incluyendo repeticiones del estro, muertes embrionarias tempranas y abortos; mientras que en toros ambas enfermedades suelen ser típicamente asintomáticas (Anderson, 2007; Mancebo et al. 1995). Tanto las vacas como los toros pueden llegar a ser portadores persistentes asintomáticos (Corbeil et al., 2003).

BT y BGC afectan endémicamente en áreas donde la producción bovina es más extensiva, sobre todo cuando predomina el pastoreo comunal y la monta natural, donde es difícil controlar los factores que típicamente favorecen ambas enfermedades (Mshelia et al, 2010). Además no hay vacunas ni tratamientos suficientemente efectivos, lo que hace más difícil el éxito de cualquier plan de control (Michi et al., 2016). Consecuentemente, ambas enfermedades continúan asociadas con importantes pérdidas económicas debidas al fallo reproductivo.

En Argentina, BT y BGC se consideran endémicas, y están entre las principales causas de baja eficiencia reproductiva (Campero, 2000; Mardones et al., 2008; Jiménez et al., 2011). La provincia de La Pampa incluye en torno al 6% del ganado bovino nacional (SENASA, 2017),

y el sector bovino supone el 16% del producto interior bruto provincial (SENASA, 2008). La importancia económica del sector y la baja eficiencia reproductiva llevaron a la implementación en 2006 de un Programa Provincial para el Control y la Erradicación (PCE) de BT y BGC. Bajo el PCE se controlan todos los rodeos de cría bovina y se eliminan los toros positivos antes de 120 días post – detección (Disp. 490/2014 Min. Prod.).

En las últimas décadas, los métodos de series temporales se han incorporado al análisis de enfermedades infecciosas. La clave de estas técnicas es que las observaciones no son independientes entre sí, por lo que las estimaciones futuras se explican por los datos previos y no por variables independientes. Las ventajas y las condiciones de aplicación son específicas de cada modelo de análisis, que dependen de la naturaleza de los datos que conforman la serie temporal (Diggle, 1990).

Los métodos de descomposición se han utilizado previamente para analizar la estacionalidad y la tendencia de varias enfermedades venéreas (Zhang et al., 2016). Los métodos autorregresivos integrados de media móvil (ARIMA) han sido ampliamente aplicados para modelar series temporales de enfermedades infecciosas (Unkel et al., 2012). Estos modelos son dinámicos, y las estimaciones se basan en las combinaciones lineales de los datos previos y sus residuos. Los modelos ARIMA han sido útiles para identificar y predecir los patrones de dispersión de enfermedades infecciosas en diferentes regiones, como influenza en Estados Unidos, dengue en Brasil o malaria en Bután (Luz et al., 2008; Soebiyanto et al., 2010; Wangdi et al., 2010).

Las series temporales también pueden ser utilizadas para analizar la asociación entre varias variables que cambian con el tiempo y que influyen unas sobre otras. Este es el caso de los modelos autorregresivos integrados de media móvil con variables explicativas (ARIMAX), que permiten la inclusión en los modelos ARIMA de series de covariables. Este método ha hecho posible explorar la influencia de factores de covariación en el comportamiento de algunas enfermedades. Por ejemplo, la relación entre variables climáticas y la transmisión de leptospitoris en Tailandia, o el contagio humano de brucelosis bovina en Corea del Sur (Chadsuthi et al., 2012; Lee et al., 2013).

Los datos compilados por el PCE proporcionan una oportunidad para investigar los patrones temporales de BT y BGC, y también la asociación con factores de riesgo temporales. Esta

información debería ser importante para optimizar el rendimiento del PCE y para identificar medidas apropiadas para reducir la ocurrencia de BT y BGC.

Por tanto, el objetivo del estudio fue analizar las series temporales de BT y BGC en La Pampa durante 2007 – 2014 mediante modelos uni – y multi – variantes. Se utilizaron métodos de descomposición para explotar la estacionalidad y la tendencia de BT y BGC. Las series temporales univariantes se modelizaron mediante ARIMA, y mediante modelos ARIMAX se analizaron las asociaciones entre las diferentes series temporales disponibles.

Material y métodos

Área de estudio y población

El área de estudio fue la provincia de La Pampa (Argentina), que incluye en torno al 6% de la población bovina nacional (SENASA, 2017). La Pampa se localiza en el centro geográfico de Argentina y cubre un área de 143.440 km², aproximadamente el 5,2% del país. La producción bovina en La Pampa es típicamente extensiva y se desarrolla principalmente bajo dos sistemas de producción: rodeos que producen terneros para establecimientos de engorde (rodeos de cría), y rodeos donde la cría y el engorde se llevan a cabo en el mismo establecimiento (rodeos de ciclo completo).

La población en estudio consistió en todos los rodeos testados (de 2.000 a 6.000) bajo el Programa de Control y Erradicación (PCE) entre el 1 de enero de 2007 y el 31 de diciembre de 2014 (**Figura 3.5**).

La legislación de La Pampa obliga a muestrear BT y BGC en todos los toros no vírgenes existentes en un rodeo, antes de autorizar cualquier movimiento ganadero de ese rodeo (vacas, toros, terneros, etc.) a cualquier destino (otro rodeo, establecimiento de engorde o matadero) intra – o inter – provincial (SENASA, 2008). Por tanto, la población en estudio corresponde a todos los rodeos existentes en La Pampa entre 2007 y 2014, excepto aquellos rodeos (muy improbable) que no movieron ganado durante el periodo.

Todos los toros no vírgenes de La Pampa fueron testados dos veces al año como parte del PCE. La metodología de muestreo y diagnóstico ha sido ampliamente descrita en Molina et al. (2013). Un toro es clasificado negativo si los dos resultados consecutivos fueron negativos, y

positivo cuando al menos uno de ellos fue positivo (Pérez et al., 2006). Los rodeos con al menos un toro positivo fueron clasificados como positivos.

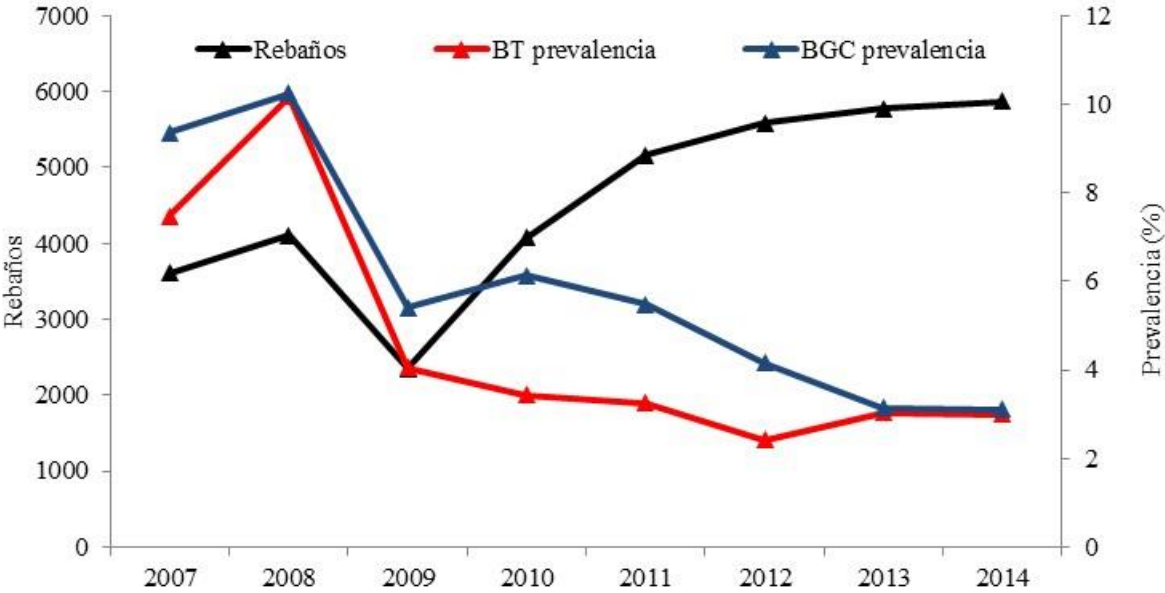


Figura 3.5. Rodeos y prevalencias anuales de BT y BGC durante 2007 – 2014 en La Pampa (Argentina).

Base de Datos

Se han utilizado los datos reportados por el PCE, compilados mensualmente desde el 1 de enero de 2007 al 31 de diciembre de 2014. Se analizó la prevalencia y la persistencia de BT y BGC. La prevalencia se define como la proporción de rodeos positivos sobre el total de rodeos testados. La persistencia se define como la proporción de rodeos positivos en el año n que también fueron positivos en el año $n - 1$ sobre total de rodeos testados. Las siguientes variables fueron evaluadas como posibles factores de riesgo temporal, también compiladas mensualmente: rodeos testados, rodeos testados persistentes a BT, rodeos testados persistentes a BGC, entrada de sementales de reposición, entrada de vacas de reposición, entrada de vaquillonas de reposición.

Métodos de descomposición

Los métodos de descomposición se utilizaron para obtener la estacionalidad y la tendencia que caracterizan el comportamiento de cada serie temporal:

$$\text{Serie temporal} = \text{Estacionalidad} + \text{Tendencia} + \text{Residuo}$$

Las estacionalidades se expresan como índices estacionales, calculados como la media mensual de la ratio entre el valor mensual y el valor medio mensual anual (Zhang et al., 2014). Los índices estacionales varían entre 0 y 1 cuando el valor mensual es inferior que el nivel medio, y son superiores a 1 en caso contrario. Se calcularon las correlaciones de Spearman para evaluar las relaciones estacionales entre las series temporales analizadas.

La estacionalidad es eliminada de la serie temporal dividiendo cada valor de la serie por su correspondiente índice estacional; obteniendo así series de tiempo no estacionales. La relación entre cada serie temporal no estacional (variable dependiente) y el tiempo (variable independiente) se modelizó utilizando técnicas de regresión lineal simple con mínimos cuadrados ordinarios, a fin de obtener la tendencia de cada serie (Zhang et al., 2016). Diferentes modelos alternativos fueron construidos y evaluados. El ajuste del modelo fue determinado mediante el coeficiente de determinación (R^2), y fue contrastado mediante análisis de varianza (ANOVA) (Angón et al., 2013).

Modelo ARIMA

El modelo ARIMA es una técnica de análisis univariante ampliamente utilizada para modelizar la ocurrencia de enfermedades infecciosas. El modelo ARIMA resulta de un proceso de diferenciación que se basa en un modelo autorregresivo de medio móvil (ARMA), el cual expresa el valor actual como una combinación lineal del valor previo (componente autorregresivo) y de la serie de residuos (media móvil) (Zhang et al., 2013). El modelo ARMA puede ser expresado como:

$$y(t) = \varphi_y(t - 1) + \dots + \varphi_p y(t - p) + \varepsilon(t) - \theta_1 \varepsilon(t - 1) - \dots - \theta_q \varepsilon(t - q)$$

donde $y(t)$ indica el valor de la serie en el momento t ; $\varepsilon(t)$ el residuo en el momento t ; y φ y θ son los correspondientes coeficientes.

El modelo ARIMA se expresa como $ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)^s$, donde p , d y q son enteros no negativos referidos al orden de la parte autorregresiva, integrada y de media móvil, respectivamente, del modelo; y P , D y Q representan el orden de la parte estacional autorregresiva, diferenciación y media móvil, respectivamente. El índice “s” denota la longitud del periodo estacional.

El procedimiento de modelización ARIMA fue introducido por Box y Jenkins, y consiste en tres pasos iterativos: identificación, estimación y diagnóstico de verificación (Ho et al., 2002). Antes de comenzar el procedimiento de modelización hay que asegurar que los datos sean estacionarios. Esto se logra mediante la aplicación de diferencias estacionales apropiadas, además de la diferencia regular del modelo ARIMA.

La estacionariedad del modelo puede comprobarse mediante el método desarrollado por Dickey – Fuller (Galbraith y Zinde – Walsh, 1993). La etapa de identificación incluye el proceso de determinación de los órdenes estacionales y no estacionales mediante las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial de las series diferenciadas (Wangdi et al., 2010; Lopez – Lozano et al., 2000).

Los parámetros del modelo se estimaron después de la etapa de identificación mediante el método de mínimos cuadrados condicionales (Faruk, 2010). Finalmente, la adecuación de cada modelo es verificada mediante el test de ruido blanco para comprobar que los residuos son independientes y siguen una distribución normal (Fong y Li, 2003).

Es posible que puedan construirse varios modelos ARIMA, por lo que es necesario determinar el óptimo. Generalmente el modelo óptimo se selecciona teniendo en cuenta el criterio de información de Akaike (AIC) y el criterio bayesiano de Schwartz (SBC) (Koehler y Murphree, 1988).

Modelo ARIMAX

A diferencia del modelo ARIMA, donde los valores previos de la variable dependiente (AR) y la serie residual (MA) son considerados tras un proceso de diferenciación, el modelo ARIMAX es una extensión del modelo ARIMA que incorpora una o varias variables independientes como variables explicativas (Lee et al., 2013). El modelo ARIMAX puede expresarse del siguiente modo:

$$y(t) = \beta_x(t) + \varphi_y(t - 1) + \dots + \varphi_p y(t - p) + \varepsilon(t) - \theta_1 \varepsilon(t - 1) - \dots - \theta_q \varepsilon(t - q)$$

donde $x(t)$ es la covariable en el tiempo t ; β es el coeficiente asociado; $y(t - 1) \dots y(t - p)$ el valor previo, y $\varepsilon(t) \dots \varepsilon(t - q)$ son las series residuales. Para cada serie temporal se utilizaron las demás como covariables. Las covariables no significativas ($p > 0.05$) fueron eliminadas del modelo. Del mismo modo que en ARIMA, diferentes modelos ARIMAX pudieron ser identificados. La selección del modelo óptimo también se basó en AIC y SBC.

Antes de ajustar los modelos ARIMAX, se calcularon las correlaciones cruzadas entre las diferentes series temporales analizadas (Tiao y Box, 1981). El modelo ARIMAX opera bajo la hipótesis de que la serie temporal $y(t)$ está relacionada con el rezago pasado de la serie $x(t + m)$. Las correlaciones cruzadas pueden ayudar a identificar los rezagos de la variable x que pueden ser utilizados como predictores de la variable $y(t)$. El valor de la correlación cruzada oscila entre -1 y $+1$. Los valores cercanos a ± 1 indican una elevada correlación entre ambas series.

Los modelos ARIMA y ARIMAX se ajustaron con los datos de prevalencia y persistencia de BT y BGC de 2007 a 2013; y se testaron estimando los niveles de prevalencia y persistencia para 2014. Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo con un nivel de significación de alfa $\leq 0,05$, utilizando el software SPSS versión 15.0.

Resultados

Los índices estacionales fueron obtenidos a partir de las series temporales originales, y revelan la estacionalidad del muestro de los rodeos, entrada de animales de reposición, prevalencia y persistencia de BT y BGC (**Tabla 3.1**). Las correlaciones entre los índices estacionales se muestran en la **Tabla 3.2**.

La estacionalidad del muestreo y del muestreo a rodeos persistentes a BT y BGC es considerablemente elevada, y se concentra de agosto a octubre, con un pico estacional en septiembre. Las tres series temporales siguen un patrón estacional similar, con coeficientes de correlación superiores a 0,90.

La estacionalidad de la entrada de toros de reposición es bastante pronunciada y se concentra de agosto a noviembre, con un pico estacional en octubre. La entrada de toros de reposición

tiende a coincidir con los muestreos, con coeficientes de correlación entre 0,60 y 0,86. La entrada de vacas de reemplazo es menos estacional que la entrada de toros y se concentra de abril a agosto; mientras que la entrada de vaquillonas de reposición es ligeramente estacional.

Tabla 3.1. Índices estacionales de las series temporales analizadas durante el periodo 2007 – 2014 en La Pampa (Argentina).

Serie temporal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
BTi ¹	0,78	1,06	1,00	0,37	2,26	1,13	1,00	0,79	0,83	0,40	0,46	0,24
BTp ²	0,82	1,97	0,62	2,30	1,25	1,35	1,26	1,50	0,36	0,22	0,16	0,18
BGCi ³	0,40	0,93	0,79	0,52	2,29	1,18	1,05	0,91	0,98	0,44	0,52	0,30
BGCp ⁴	0,55	1,06	0,52	2,43	1,57	2,22	1,48	1,38	0,34	0,25	0,20	0,00
EB ⁵	0,69	0,43	0,40	0,56	0,58	0,98	0,65	1,10	1,69	2,49	1,49	0,96
EC ⁶	0,73	0,84	0,70	1,22	1,41	1,40	1,21	1,23	0,88	0,83	0,69	0,84
EH ⁷	0,92	1,54	0,67	0,99	1,00	0,95	0,87	0,70	0,98	0,99	1,27	1,12
pBT ⁸	0,24	0,11	0,47	0,35	0,90	0,71	1,10	1,92	2,74	1,69	0,97	0,79
pBGC ⁹	0,15	0,13	0,42	0,48	0,92	1,05	1,22	1,82	3,08	1,61	0,73	0,83
TH ¹⁰	0,21	0,16	0,26	0,31	0,39	0,61	0,97	1,90	2,80	2,45	1,22	0,73

¹BTi: prevalencia de BT, ²BTp: persistencia de BT, ³BGCi: prevalencia BGC, ⁴BGCp: persistencia de BGC, ⁵EB: entrada de toros de reposición, ⁶EC: entrada de vacas de reposición, ⁷EH: entrada de vaquillonas, ⁸pBT: muestreo de rodeos persistentes a BG, ⁹pBGC: muestreo de rodeos persistentes a BGC, ¹⁰TH: muestreo de rodeos.

Tabla 3.2. Correlaciones de Spearman entre los índices estacionales de las diferentes series temporales analizadas durante el periodo 2007–2014 en La Pampa (Argentina).

Serie temporal	BTi ¹	BTp ²	BGCi ³	BGCp ⁴	EB ⁵	EC ⁶	EH ⁷	pBT ⁸	pBGC ⁹	TH ¹⁰
BTi	1									
BTp	ns	1								
BGCi	0,95	ns	1							
BGCp	ns	0,86	ns	1						
EB	ns	-0,60	ns	ns	1					
EC	ns	0,60	0,66	0,85	ns	1				
EH	ns	ns	ns	ns	ns	ns	1			
pBT	ns	ns	ns	ns	0,70	ns	ns	1		
pBGC	ns	ns	ns	ns	0,63	ns	ns	0,98	1	
TH	ns	ns	ns	ns	0,86	ns	ns	0,95	0,91	1

¹BTi: prevalencia de BT, ²BTp: persistencia de BT, ³BGCi: prevalencia BGC, ⁴BGCp: persistencia de BGC, ⁵EB: entrada de toros de reposición, ⁶EC: entrada de vacas de reposición, ⁷EH: entrada de vaquillonas, ⁸pBT: muestreo de rodeos persistentes a BG, ⁹pBGC: muestreo de rodeos persistentes a BGC, ¹⁰TH: muestreo de rodeos.

La prevalencia de BT y BGC siguen un patrón estacional similar, con un coeficiente de correlación de 0,95. Ambas enfermedades tienen una prevalencia mayor de otoño a invierno (mayo – julio) que de primavera a verano (octubre - diciembre), con un pico estacional en mayo. No se han identificado más correlaciones significativas.

Los casos persistentes de BT y BGC son más frecuentes en otoño – invierno que en primavera – verano, con un pico estacional en abril. Ambas series siguen un patrón estacional similar, con un coeficiente de correlación de 0,86. La persistencia de BT y BGC tiende a coincidir con la entrada de vacas de reemplazo, mientras que la entrada de toros de reemplazo muestra una tendencia estacional negativa con la persistencia de BT.

La tendencia a largo plazo de cada enfermedad ha sido obtenida mediante modelos de regresión simple aplicados a las series temporales después de eliminar la estacionalidad. El modelo, los coeficientes estimados y los coeficientes de determinación ajustados (R^2) se muestran en la **Tabla 3.3**.

Tabla 3.3. Modelo de regresión para cada serie temporal desestacionalizada durante el periodo 2007–2014 en La Pampa (Argentina).

Serie temporal	Modelo	β_0	β_1	R^2	P
Prevalencia BT	$Y = (\beta_0 + \beta_1\sqrt{X})^2$	4,3652	-2,4969	68,85	0,0000
Persistencia BT	$Y = \beta_0 + \beta_1\sqrt{X}$	2,3614	-2,0322	28,83	0,0000
Prevalencia BGC	$Y = (\beta_0 + \beta_1\sqrt{X})^2$	4,1164	-1,7524	62,10	0,0000
Persistencia BGC	$Y = \sqrt{a + \beta_1/X}$	-1,4527	1,0247	79,56	0,0000

El modelo con el mejor ajuste fue la persistencia de BGC ($R^2 = 79,56$), mientras que la persistencia de BT no mostró buen ajuste con ningún modelo ($R^2 = 28,83$). Los modelos de prevalencia mostraron un ajuste aceptable e intermedio. La tendencia a largo plazo de la prevalencia y persistencia de BT y BGC son decrecientes. La prevalencia de BGC decrece más lentamente que la prevalencia de BT, mientras que la persistencia de BGC decrece más rápido que la persistencia de BT.

Los modelos ARIMA fueron construidos para las cuatro series de tiempo entre 2007 – 2014. Los modelos fueron testados mediante la estimación de los valores para el año 2014. El orden de la parte autorregresiva y de la media móvil fueron determinados a partir de las funciones de

autocorrelación y autocorrelación parcial (Zhang et al., 2013). Varios modelos ARIMA fueron ajustados. Los resultados de las estimaciones se muestran en la **Tabla 3.4**.

El modelo ARIMA seleccionado como óptimo para cada serie temporal se marca en negrita y corresponde al modelo que minimiza el Criterio de Información de Akaike (AIC) y el Criterio Bayesiano de Schwartz (SBC). La prevalencia de BT y BGC presentan el mismo patrón ARIMA. El modelo que mejor ajusta ambas series es ARIMA (0,0,1)x(0,1,1)¹². Esto implica que, después de una diferenciación estacional, la prevalencia en el momento t es relevante para la serie residual en los momentos t , $t - 1$, $t - 12$ y $t - 13$. La persistencia de BT y BGC también presentan el mismo patrón ARIMA, aunque sin diferenciación estacional.

Tabla 3.4. Modelos ARIMA con los mejores ajustes para las series temporales de prevalencia y persistencia de BT y BGC durante el periodo 2007 – 2013 en La Pampa (Argentina).

Serie temporal	Modelo	AIC ¹	SBC ²
Prevalencia BT	ARIMA (0,0,1)(0,1,1)₁₂	2,180	2,494
	ARIMA (1,0,1)(0,1,1) ₁₂	2,181	2,497
	ARIMA (1,0,0)(0,1,1) ₁₂	2,263	2,494
	ARIMA (0,0,1)(1,1,1) ₁₂	2,271	2,556
	ARIMA (1,0,0)(1,1,1) ₁₂	2,279	2,556
Persistencia BT	ARIMA (0,0,1)(0,0,1)₁₂	-1,115	-1,704
	ARIMA (1,0,0)(0,0,1) ₁₂	-1,087	-1,695
	ARIMA (1,0,1)(0,0,1) ₁₂	-0,994	-1,573
	ARIMA (1,0,0)(1,0,1) ₁₂	-1,085	-1,621
	ARIMA (0,0,1)(1,0,1) ₁₂	-0,991	-1,604
Prevalencia BGC	ARIMA (0,0,1)(0,1,1)₁₂	1,859	2,342
	ARIMA (1,0,0)(0,1,1) ₁₂	1,876	2,342
	ARIMA (0,0,1)(1,1,1) ₁₂	1,900	2,413
	ARIMA (1,0,0)(1,1,1) ₁₂	1,953	2,413
	ARIMA (1,0,0)(1,1,0) ₁₂	1,934	2,370
Persistencia BGC	ARIMA (0,0,1)(0,0,1)₁₂	-0,420	-1,469
	ARIMA (1,0,0)(0,0,1) ₁₂	-0,406	-1,298
	ARIMA (0,0,1)(1,0,1) ₁₂	-0,408	-1,090
	ARIMA (0,0,1)(1,0,0) ₁₂	-0,419	-1,469
	ARIMA (1,0,0)(1,0,0) ₁₂	-0,409	-1,298

¹AIC: Criterio de Información de Akaike, ²SBC: Criterio Bayesiano de Schwartz

Las correlaciones cruzadas entre las series temporales fueron calculadas. En la **Tabla 3.5** se muestran los coeficientes de correlación más elevados y los rezagos a los que corresponden. Los mayores valores aparecen cuando los rezagos son 0 excepto para la entrada de toros de

reposición, que muestra una correlación elevada y positiva con los muestreos en el rezago – 1. El muestreo de rodeos y el muestreo de rodeos persistentes a BT y BGC muestran entre sí correlaciones elevadas y positivas. La prevalencia de BT y BGC están correlacionadas, y la persistencia y la prevalencia de cada enfermedad también lo están, aunque débilmente.

Tabla 3.5. Mayores coeficientes de correlación cruzada entre las diferentes series temporales analizadas durante el periodo 2007–2014 en La Pampa, Argentina (los valores entre paréntesis son los rezagos).

Serie temporal	BTi ¹	BTp ²	BGCi ³	BGCp ⁴	EB ⁵	EC ⁶	EH ⁷	pBT ⁸	pBGC ⁹	TH ¹⁰
BTi	1									
BTp	0,64 (0)	1								
BGCi	0,68 (0)	0,46 (0)	1							
BGCp	0,58 (-1)	0,37 (-1)	0,47 (0)	1						
EB	-0,23 (0)	0,24 (5)	ns	ns	1					
EC	ns	0,24 (1)	ns	ns	0,83 (-4)	1				
EH	ns	ns	ns	0,28 (9)	0,47 (-3)	0,53 (-6)	1			
pBT	0,27 (6)	ns	0,25 (6)	0,27 (4)	0,80 (-1)	0,69 (3)	-0,40 (2)	1		
pBGC	ns	0,25 (4)	ns	0,25 (4)	0,84 (-1)	0,64 (3)	0,46 (7)	0,82 (0)	1	
TH	-0,27 (-11)	-0,30 (-2)	-0,26 (-11)	0,26 (-1)	0,82 (-1)	0,72 (3)	-0,39 (2)	0,72 (0)	0,83 (0)	1

¹BTi: prevalencia de BT, ²BTp: persistencia de BT, ³BGCi: prevalencia BGC, ⁴BGCp: persistencia de BGC, ⁵EB: entrada de toros de reposición, ⁶EC: entrada de vacas de reposición, ⁷EH: entrada de vaquillonas, ⁸pBT: muestreo de rodeos persistentes a BG, ⁹pBGC: muestreo de rodeos persistentes a BGC, ¹⁰TH: muestreo de rodeos.

Los modelos ARIMAX obtenidos para las cuatro series temporales se presentan en la **Tabla 3.6**. El mejor modelo ARIMAX para cada serie, de acuerdo a los criterios AIC y SBC, está resaltado en negrita en la **Tabla 3.6**. Los modelos ARIMAX obtuvieron menores valores de AIC y SBC que los correspondientes modelos ARIMA, lo que indica que el ajuste mejora con la inclusión de covariables. El ajuste y la predicción de la prevalencia y persistencia de BT y BGC con los modelos ARIMA y ARIMAX se muestran en las **Figuras 3.6, 3.7, 3.8 y 3.9**.

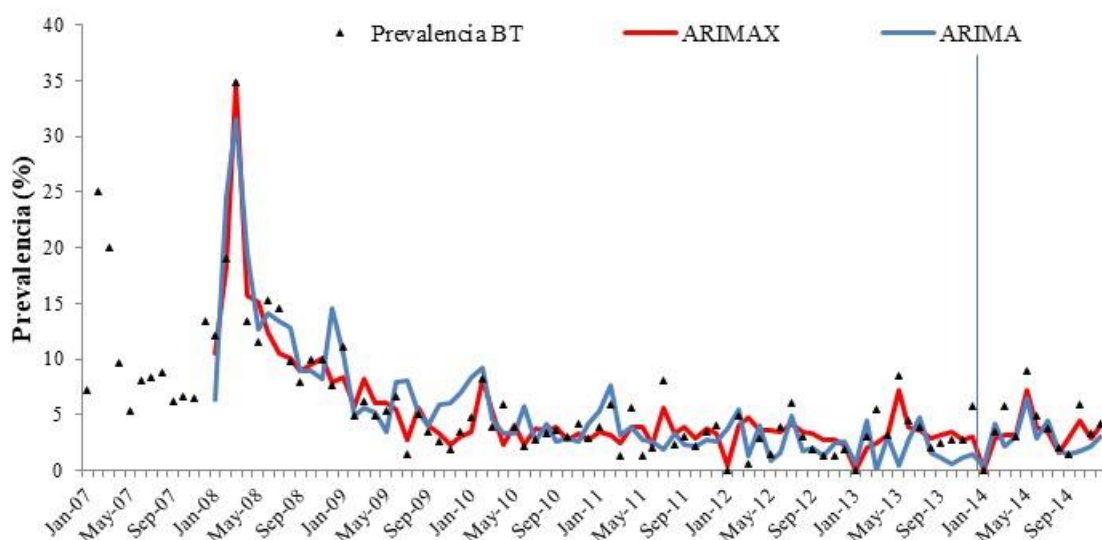


Figura 3.6. Prevalencia de BT ajustada y testada mediante modelos ARIMA y ARIMAX (la línea vertical azul separa los periodos de ajuste y estimación).

Tabla 3.6. Modelos ARIMAX con los mejores ajustes para las series temporales de prevalencia y persistencia de BT y BGC durante el periodo 2007 – 2014 en La Pampa (Argentina).

Serie temporal	Modelo	Covariables	AIC ¹	SBC ²
Prevalencia BT	ARIMAX (1,0,0)(0,0,0) ₁₂	Prevalencia BGC	1,321	1,714
	ARIMAX (1,0,1)(0,0,0) ₁₂	Prevalencia BGC	1,342	1,713
	ARIMAX (0,0,0)(0,0,1) ₁₂	Prevalencia BGC	1,346	1,769
	ARIMAX (0,0,0)(1,0,0) ₁₂	Persistencia BT	1,213	1,648
	ARIMAX (1,0,0)(1,0,0) ₁₂	Persistencia BT	1,345	1,628
	ARIMAX (0,0,0)(1,0,0) ₁₂	Persistencia BT	1,432	1,648
	ARIMAX (1,0,0)(0,0,1) ₁₂	Prevalencia BGC, Persistencia BT	1,456	1,621
	ARIMAX (0,0,0)(1,0,0)₁₂	Prevalencia BGC, Persistencia BT	1,123	1,582
ARIMAX (1,0,0)(1,0,1) ₁₂	Prevalencia BGC, Persistencia BT	1,345	1,588	
Persistencia BT	ARIMAX (1,0,0)(0,0,0) ₁₂	Prevalencia BT	-1,134	-1,311
	ARIMAX (0,0,1)(0,0,0)₁₂	Prevalencia BT	-1,252	-1,337
Prevalencia BGC	ARIMAX (1,0,1)(0,0,0) ₁₂	Prevalencia BT	-1,211	-1,330
	ARIMAX (1,0,1)(1,0,0) ₁₂	Prevalencia BT	1,456	1,886
	ARIMAX (1,0,0)(0,0,0) ₁₂	Prevalencia BT	1,753	1,873
	ARIMAX (1,0,1)(0,0,0) ₁₂	Prevalencia BT	1,564	1,843
	ARIMAX (0,0,0)(1,0,0) ₁₂	Persistencia BGC	1,542	1,842
	ARIMAX (1,0,1)(0,0,0) ₁₂	Persistencia BGC	1,675	1,985
	ARIMAX (0,0,0)(1,0,1) ₁₂	Persistencia BGC	1,764	1,906
	ARIMAX (0,0,1)(1,0,0) ₁₂	Prevalencia BT, Persistencia BGC	1,565	1,825
	ARIMAX (0,0,1)(0,0,0)₁₂	Prevalencia BT, Persistencia BGC	1,310	1,750
	ARIMAX (0,0,1)(0,0,1) ₁₂	Prevalencia BT, Persistencia BGC	1,968	1,825
Persistencia BGC	ARIMAX (0,0,1)(1,0,0)₁₂	Prevalencia BGC	-1,975	-1,821
	ARIMAX (0,0,1)(0,0,0) ₁₂	Prevalencia BGC	-1,834	-1,808
	ARIMAX (0,0,1)(0,0,1) ₁₂	Prevalencia BGC	-1,763	-1,823

¹AIC: Criterio de Información de Akaike, ²SBC: Criterio Bayesiano de Schwartz

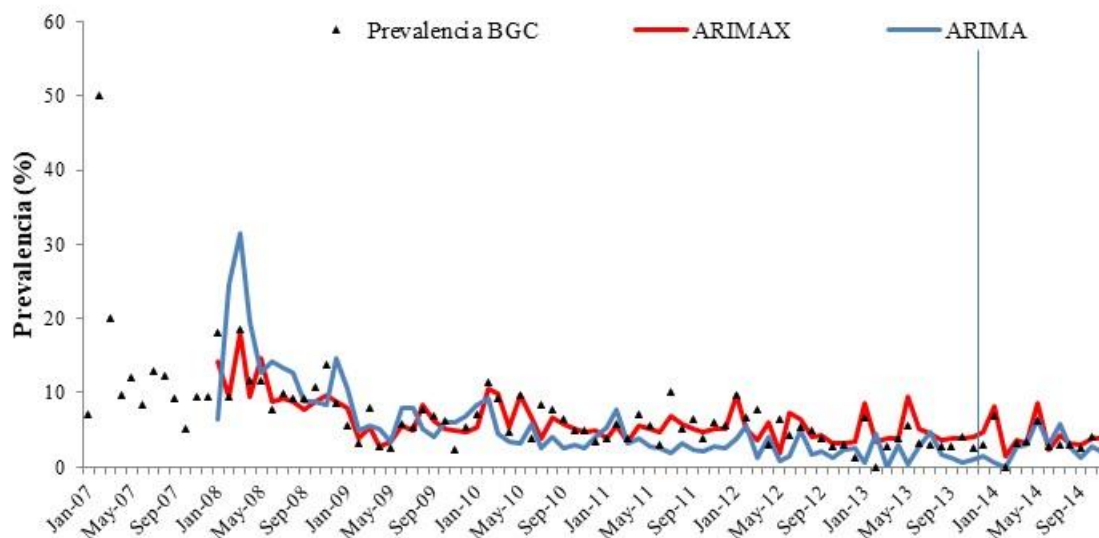


Figura 3.7. Prevalencia de BGC ajustada y testeada mediante modelos ARIMA y ARIMAX (la línea vertical azul separa los periodos de ajuste y estimación).

El error cuadrático medio (RMSE) entre los valores observados y los estimados mediante los modelos ARIMA y ARIMAX se comparan en la **Tabla 3.7**. Todos los modelos ARIMAX obtuvieron menores valores de RMSE que los modelos ARIMA, tanto en el proceso de modelización como en el proceso de estimación.

Tabla 3.7. Comparativa del rendimiento de los modelos ARIMA y ARIMAX.

Serie temporal	RMSE ajuste		RMSE estimación	
	ARIMA	ARIMAX	ARIMA	ARIMAX
Prevalencia BT	2,827	1,639	2,743	1,554
Prevalencia BGC	2,620	1,949	2,312	1,817
Persistencia BT	0,381	0,290	0,256	0,145
Persistencia BGC	0,326	0,250	0,234	0,265

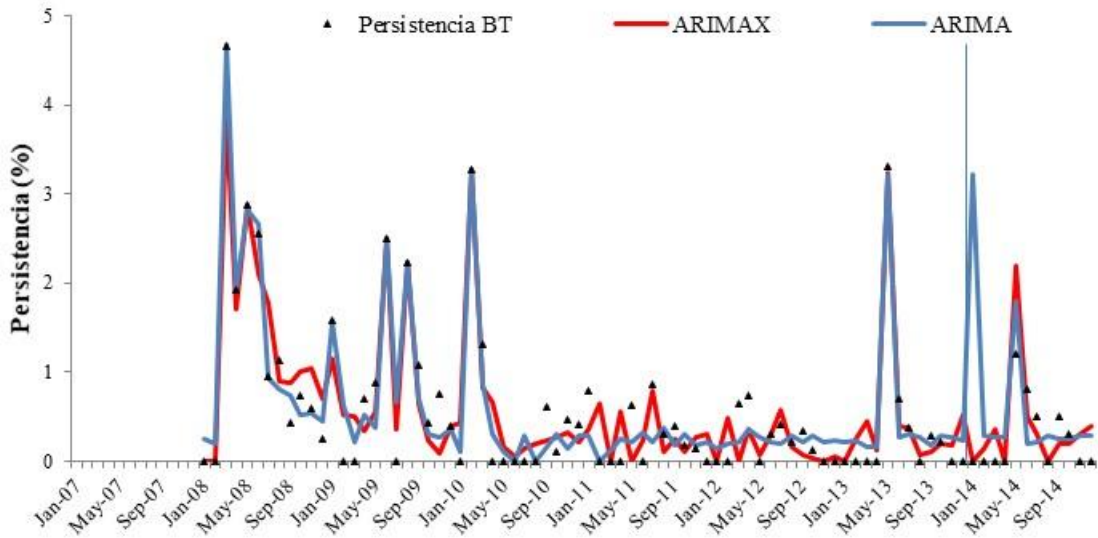


Figura 3.8. Persistencia de BGC ajustada y testeada mediante modelos ARIMA y ARIMAX (la línea vertical azul separa los periodos de ajuste y estimación).

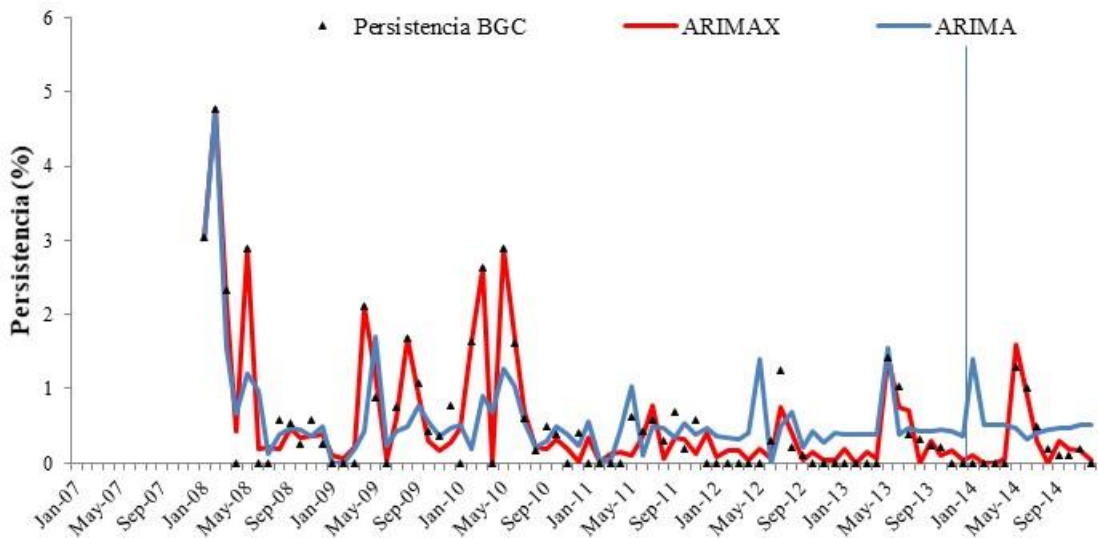


Figura 3.9. Persistencia de BGC ajustada y testeada mediante modelos ARIMA y ARIMAX (la línea vertical azul separa los periodos de ajuste y estimación).

Discusión

Los datos recopilados en La Pampa (Argentina) durante 8 años han sido utilizados para comprobar si es posible ajustar modelos de series temporales basados en los cambios mensuales de BT y BGC en la provincia. La prevalencia de BT y BGC alcanzaron su máximo en marzo de 2008 y febrero de 2007, respectivamente. Desde entonces han ido decreciendo, lo que demuestra medidas efectivas de control. Los esfuerzos del PCE para controlar ambas enfermedades también han sido capaces de disminuir los casos persistentes de BT y BGC. Las prevalencias iniciales de ambas enfermedades han sido generalmente menores que las reportadas en otras áreas endémicas de Asia, Norte América, Sudamérica y Sudáfrica (Mancebo et al., 1995; Mardones et al., 2008; Bawa et al., 1991; BonDurant et al., 1990; Erasmus et al., 1989; Mai et al., 2013b; McCool et al., 1988; Pefanis et al., 1988; Rae et al., 2004; Ryley et al., 1995; Swai et al., 2005; Yang et al., 2012; Okafor et al., 2017). En Uruguay se reportó una prevalencia del 37% para BGC, mientras que no se encontraron rodeos positivos a BT (Repiso et al., 2005). En Buenos Aires (Argentina) se ha reportado una prevalencia del 1,5% para BGC y del 19,4% para BT (Rojas et al., 2009). En el este de La Pampa se encontró una prevalencia para BT del 11,1%, y para BGC del 7,0% BGC (Suárez et al., 2008). Gran parte de las prevalencias reportadas provienen de estudios llevados a cabo con pocos rodeos y condiciones limitadas, por lo que es posible que no reflejen con suficiente precisión la situación real (Michi et al., 2016). Por ejemplo, en Sudáfrica, la ocurrencia de BGC parece que ha sido ampliamente subestimada (Mshelia et al., 2010).

Se han utilizado modelos ARIMA para ajustar las series temporales de prevalencia y persistencia de BT y BGC. Los modelos han demostrado ser apropiados para ajustar la prevalencia y persistencia histórica, y para estimar la prevalencia y la persistencia en 2014. Todas las series temporales siguen el mismo patrón, donde el número de casos depende principalmente de las medias móviles de la estación y del mes anterior. También se ajustaron modelos ARIMAX para explorar la correlación entre las series de tiempo de ambas enfermedades y factores potenciales de covariación. La inclusión de covariables mejoró el ajuste de los modelos univariantes. Además, las estimaciones con los modelos ARIMAX son más precisas que las obtenidas con los modelos ARIMA. Los modelos ARIMAX añaden valor predictivo para el control de ambas enfermedades. Por tanto, la prevalencia no sólo puede ser estimada usando datos históricos, también es posible utilizar la persistencia de una de las dos enfermedades y la prevalencia de la otra.

Los modelos ajustados han captado adecuadamente la tendencia de la prevalencia y de la persistencia de BT y BGC, aunque no predicen la ocurrencia futura con una precisión elevada. Los elevados RMSE se deben principalmente a que el número de casos es pequeño en comparación con la población muestreada cada mes, tanto en términos absolutos como relativos (Lee et al., 2013; Imai et al., 2015). Por otra parte, los factores relacionados con el manejo de los rodeos no han sido considerados en los modelos, aunque podrían tener un rol importante para explicar las relaciones entre ambas enfermedades (Mai et al., 2013b; Mendoza – Ibarra et al., 2012). Actualmente no se dispone de estos datos, aunque podrían recopilarse para futuros estudios.

Los modelos ARIMA y ARIMAX son típicos en econometría, y su uso está en auge en los campos médicos (Luz et al., 2008; Soebiyanto et al., 2010; Wangdi et al., 2010). Zhang et al. (2016) los utilizaron para explicar y predecir la incidencia de sífilis en China, y evidenció que el rendimiento predictivo aumenta cuando los diferentes tipos de sífilis se incluyen como covariables. Soebiyanto et al. (2010) modelizaron la transmisión de influenza y obtuvo una elevada capacidad predictiva cuando incluyó factores climáticos. Wu et al. (2007) modelizaron la ocurrencia de dengue en Taiwán, y también obtuvieron mejores resultados con la inclusión de variables climáticas como covariables.

La principal ventaja de estos modelos es que consideran diferencias estacionales, lo que puede ser de gran ayuda para predecir enfermedades de transmisión sexual (Zhang et al., 2016). No obstante, su implementación requiere de bases de datos apropiadas, como las recopiladas por los sistemas de vigilancia epidemiológica, las cuales son escasas para las enfermedades venéreas animales (Michi et al., 2016; Unkel et al., 2012). Esto explica que, aunque recientemente se hayan publicado algunos estudios que aplican modelos de series temporales en el campo de la epidemiología veterinaria (v.g. rabia selvática, Hussain et al., 2013; fasciolosis bovina, Silva et al., 2016; enfermedad de Newcastle, Mubamba et al., 2016), no hemos encontrado ninguno que analice series temporales de enfermedades venéreas animales.

Las correlaciones cruzadas entre las series de tiempo de ambas enfermedades normalmente son más elevadas cuando el rezago es cero, lo que indica que los cambios son sincrónicos. Las correlaciones entre los índices estacionales también indican que BT y BGC siguen un patrón estacional similar que responde a una mayor frecuencia en otoño – invierno que en primavera – verano. Estos resultados sugieren que BT y BGC responden a los mismos factores temporales. No obstante, los factores de covariación evaluados, relativos a la temporalidad de los muestreos

y a las entradas de ganado en los rodeos, no fueron predictores significativos en ningún modelo ARIMAX. Además, no se han correlacionado de un modo relevante con ninguna de las series temporales evaluadas de ambas enfermedades.

No hay razones biológicas o de transmisión evidentes para explicar que la mayor correlación cruzada entre prevalencia y persistencia de la misma enfermedad se obtenga con el rezago cero. Probablemente se debe a la contribución de los casos persistentes a la prevalencia mensual, particularmente elevada en los primeros años de estudio. En consecuencia, al utilizar la persistencia para predecir la prevalencia en el mismo rezago se reduce el beneficio predictivo. Los modelos ARIMAX pueden verse lastrados por las covariables cuando las correlaciones cruzadas no son suficientemente elevadas (Zhang et al., 2016). Esto es una limitación del método.

La estacionalidad de BT y BGC puede relacionarse con el ciclo reproductivo de los rodeos. Aunque mayoritariamente los rodeos se manejan bajo el sistema de servicio continuo, los apareamientos tienden a concentrarse en primavera – verano, debido a la mayor oferta forrajera que estimula el ciclo estral. Por otra parte, en otoño – invierno los toros suelen estar en reposo sexual. Szonyi et al. (2012) encontraron en Texas (USA) una mayor prevalencia de BT en verano que en invierno, y lo relacionaron con una peor calidad de las muestras tomadas en verano. La inactividad sexual incrementa la concentración de microorganismos en el esmegma prepucial y, por tanto, facilita la detección de ambas enfermedades (Molina et al., 2013; Yao, 2013). Por tanto, las ratios de detección deben fluctuar estacionalmente con el ciclo reproductivo, siendo mayores durante los periodos de inactividad.

El ciclo reproductivo también es un factor que debe ser considerado a la hora de planificar el calendario de muestreo. En La Pampa, los muestreos deberían concentrarse en otoño – invierno con el objetivo de reducir el riesgo de falsos negativos generado por una baja concentración de microorganismos en el esmegma prepucial (Molina et al., 2013; Yao, 2013). Sin embargo, los rodeos se muestran principalmente en primavera, cuando los toros suelen tener actividad sexual. Por tanto, el riesgo de falso negativo generado por este factor es elevado. En consecuencia, la prevalencia de ambas enfermedades debe ser mayor que la reportada por el PCE; probablemente se sitúe cercana a los niveles obtenidos durante los meses de otoño – invierno.

Otro factor que se debería tener en cuenta es la entrada de toros de reemplazo. Los rodeos se deberían muestrear después de su entrada, incluso si vienen certificados como libres de enfermedades venéreas, dado que el riesgo de falso negativo debido a bajas concentraciones de microorganismos es alto. Sin embargo, el muestreo normalmente se produce un mes antes de la entrada de toros. De acuerdo con Ondrak (2016), este factor es relevante para explicar el contagio de rodeos libres.

Los patrones estacionales y temporales identificados deberían ser tenidos en cuenta junto a los factores de riesgo y de manejo, para mejorar el éxito del PCE. Los datos recopilados por el PCE permitieron la identificación de patrones espaciales de BT y BGC en la provincia, revelando la existencia de correlación espacial entre el riesgo de BT y BGC (Molina et al., 2013). Otros estudios han mostrado que BT y BGC comparten algunos de sus principales factores de riesgo (Mardones et al., 2008; Jiménez et al., 2011; Mai et al., 2013b; Gay et al., 1996; Cowie et al., 2014). Por tanto, el desarrollo de actuaciones integradas focalizadas sobre los rasgos comunes a BT y BGC deberían mejorar la efectividad y la eficiencia de las medidas de intervención (Cowie et al., 2014).

Las tendencias a largo plazo identificadas sugieren que los casos persistentes de ambas enfermedades se han reducido drásticamente, mientras que la prevalencia de BT y BGC ha disminuido a niveles mínimos, difíciles de reducir con las condiciones actuales del PCE. Estos resultados son similares a los alcanzados por otros planes de control de enfermedades venéreas basados en políticas de “*diagnóstico y sacrificio*”. Por ejemplo, en Wyoming (Estados Unidos), un plan de control similar al PCE logró reducir la prevalencia de BT a 1,29% en nueve años (Yao et al., 2011). En rodeos de Asturiana de la Montaña (España), un plan de control voluntario basado en el esquema “*diagnóstico y sacrificio*” logró reducir la prevalencia de BT del 41% al 19,7% en dos años (Collantes – Fernandez et al., 2014). Estos resultados sugieren que, de acuerdo con Yao (2013) y Collantes – Fernandez et al. (2014), los esquemas de “*diagnóstico y sacrificio*” son efectivos para reducir las tasas de ocurrencia. No obstante, la eliminación completa de BT y BGC sin acometer cambios sustanciales en el manejo de los rodeos parece improbable, debido a que los factores de riesgo básicos asociados con ambas enfermedades siguen estando presentes en las explotaciones.

Actualmente, el calendario de muestreo resulta de las decisiones individuales de cada ganadero, quien determina el momento en que su rodeo es muestreado. Este modo de planificar sería el óptimo si el ganadero aplicase criterios productivos, dado que, desde una perspectiva

sanitaria, el mejor momento para muestrear el rodeo coincide con el mejor momento desde un punto de vista zootécnico. Desde el punto de vista sanitario, los rodeos deberían ser muestreados durante el reposo reproductivo estacional, y al menos un mes después de la entrada de animales de reemplazo al rodeo (Szonyi et al., 2012; Yao, 2013; Ondrak, 2016). Con este sistema de muestreo se minimiza la probabilidad de obtener falsos negativos y transmitir ambos patógenos a rodeos libres. Desde el punto de vista zootécnico, este sistema permite la detección de ambos patógenos antes de que puedan causar fallos reproductivos, haciendo posible además el reemplazo con toros libres sin causar graves retrasos en el ciclo reproductivo.

No obstante, la mayor parte de los productores no sigue estos criterios. El esquema de muestreo responde más a la necesidad de muestrear el rodeo antes de ser autorizado para mover animales, que en La Pampa es obligatorio para cualquier destino, incluso a matadero. Esto se debe principalmente a que los productores subestiman la escala del problema y el impacto sobre la economía del rodeo. De hecho, Jiménez et al. (2011) mostraron que el estatus de BGC no es un tema sensible para los ganaderos argentinos. Actualmente no existen programas gubernamentales globales para monitorizar la ocurrencia de enfermedades venéreas bovinas (Michi et al., 2016). En general, tampoco existen regulaciones que obliguen a determinar el estado sanitario de los toros que se comercializan mediante tratos privados (Ondrak, 2016). Ambas enfermedades son típicamente asintomáticas o subclínicas, lo que dificulta tomar conciencia sobre su severidad hasta que no ocurren fallos reproductivos. Adicionalmente, prácticas como mantener un registro de la actividad reproductiva, inspeccionar diariamente el rodeo, confirmar la gestación mediante tacto rectal y reemplazar las vacas vacías, no son aplicadas de modo rutinario; en consecuencia, la posibilidad de identificar precozmente problemas reproductivos se reduce considerablemente (Mardones et al., 2008; Jiménez et al., 2011). Conjuntamente, todos estos factores hacen que el sector bovino a nivel mundial subestime los efectos adversos de las enfermedades venéreas bovinas.

Los rodeos persistentes se han reducido sensiblemente, lo que puede ser explicado por una mayor conciencia de la gravedad del problema una vez sufrida la enfermedad. Rae et al. (2004) reportaron que los ganaderos familiarizados con BT reducen el riesgo de enfermedad en sus rodeos. En España se ha mostrado que la infección por *T. foetus* incrementa 79 días el intervalo entre partos y reduce un 68,7% el ingreso de los rodeos infectados, mientras que la implementación de un plan voluntario de “diagnóstico y sacrificio” fue efectivo para mejorar la eficiencia reproductiva (Collantes – Fernandez et al., 2014). En Argentina se estima que más

del 50% de los fallos reproductivos bovinos se deben a enfermedades venéreas; aunque nunca se han evaluado formalmente las consecuencias productivas y económicas de estas enfermedades (Marcellino et al., 2015). En este sentido, investigar las consecuencias económicas y productivas de ambas enfermedades en la región podría ser muy útil para proporcionar evidencias sobre la efectividad de las medidas de intervención. Por otra parte, la autoridad de gestión debería planificar el calendario de muestreo junto con los ganaderos, al menos temporalmente, con el objetivo de corregir las desviaciones identificadas en este estudio.

Además del calendario de muestreo, otros factores deberían ser considerados para mejorar las ratios de detección y reducir el riesgo de falsos negativos. Por una parte, en La Pampa son suficientes dos pruebas negativas consecutivas para declarar un toro como libre de enfermedad venérea, mientras que lo recomendable son de tres a cuatro pruebas negativas consecutivas (Pérez et al., 2006). Por otra parte, existen técnicas de diagnóstico basadas en PCR que mejoran significativamente los resultados de las técnicas implementadas por el PCE; y además sólo requiere una muestra por animal (Ferreira et al., 2002; McMillen y Lew, 2006).

CAPÍTULO III. UN ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO RETROSPECTIVO SOBRE LOS FACTORES DE RIESGO COMPARTIDOS POR LA TRICOMONIASIS BOVINA Y LA CAMPILOBACTERIOSIS GENITAL BOVINA EN LA PROVINCIA DE LA PAMPA (ARGENTINA)

Este capítulo corresponde a la siguiente publicación: *Molina, L., Angón, García, A., Caballero – Villalobos, J., Giorgis, A., Moralejo, R., Perea, J. 2019. A retrospective epidemiological analysis of shared risk factors from bovine trichomoniasis and bovine genital campylobacteriosis in La Pampa province (Argentina). Enviado a Preventive Veterinary Medicine.*

Introducción

Las enfermedades reproductivas se encuentran entre las principales causas de baja eficiencia en los sistemas de cría bovina. Estas enfermedades son generalmente endémicas y pueden causar infertilidad, aborto y fallo reproductivo. Además, son típicamente asintomáticas o subclínicas, lo que complica su identificación (Campero et al., 2003a).

Las enfermedades reproductivas generalmente comparten características comunes, como las vías de transmisión, y, en consecuencia, también podrían compartir algunos factores de riesgo. La erradicación de estas enfermedades venéreas es un tema importante debido a su alto impacto económico en la producción ganadera. Por tanto, la identificación y el manejo de los factores de riesgo comunes a varias enfermedades deberían mejorar la efectividad y la eficiencia de los programas de control. Por ejemplo, Cowie et al. (2014) identificaron los factores de riesgo compartidos para la brucelosis y la tuberculosis en España; Mai et al. (2013a) identificaron los factores de riesgo compartidos para la brucelosis y la campilobacteriosis genital bovina en Nigeria.

Dos enfermedades que deberían beneficiarse de este enfoque son la tricomoniasis bovina (BT) y la campilobacteriosis genital bovina (BGC). BT es causada por el protozoo

Tritrichomona foetus mientras que BGC es causada por la bacteria *Campylobacter fetus* (Skirrow y BonDurant, 1988; Eaglesome y García, 1992). Ambas enfermedades se transmiten durante el coito y colonizan el tracto reproductivo de vacas y toros, lo que puede causar infertilidad, abortos y fallos reproductivos. BT y BGC son difíciles de diagnosticar incluso cuando los animales son infecciosos; y aún no hay vacunas disponibles ni tratamientos suficientemente efectivos (Michi et al., 2016). De acuerdo con Mshelia et al. (2010), BT y BGC se distribuyen en todo el mundo, y afectan principalmente a sistemas extensivos basados en pastos comunales y reproducción natural, donde producen importantes pérdidas económicas.

Ambas enfermedades son endémicas en Argentina y reducen la tasa de gestación entre un 15% y un 25% (Campero et al., 2003a). Los rodeos infectados con BGC pueden reducir la tasa de fertilidad hasta en un 20% y aumentar la tasa de aborto hasta en un 10% (Hum, 1987). La infertilidad también puede ocurrir en torno al 11% de las vaquillonas infectadas (McCool et al., 1988). BT se ha asociado a bajos pesos al nacer y reducciones de más del 50% en la tasa de destete (Rae, 1989; BonDurant et al., 1990). En Estados Unidos se estima que la infección producida por BT genera pérdidas económicas de más de 650 millones de dólares (Speer y White, 1991).

La provincia de La Pampa concentra alrededor del 6% de la producción nacional bovina, con un sector cárnico en torno al 16% del producto interno bruto de la provincia (SENASA, 2017). La ganadería en La Pampa se caracteriza por un modelo de producción típicamente extensivo e involucra dos sistemas principales de producción: rodeos que producen terneros para explotaciones de engorde (rodeos de cría), y rodeos donde la cría y el engorde se produce en la misma explotación (rodeos de ciclo completo).

BT y BGC podrían controlarse de forma bastante efectiva utilizando esquemas de “diagnóstico y sacrificio” para detectar y eliminar el ganado infectado. Desde 2006 se lleva desarrollando en La Pampa un Programa de Control y Erradicación de Enfermedades Venéreas en bovinos de la provincia de La Pampa (PCE), aunque no ha logrado erradicar ninguna de las dos enfermedades (Molina et al., 2013). Ante esta circunstancia resulta necesario mejorar el manejo de la enfermedad e implementar más intervenciones.

La prevalencia de BT y BGC debería estar asociada con algún factor de riesgo de manejo o ambiental. Recientemente, se han identificado diferentes factores de riesgo relacionados con BT y BGC a nivel de animal, rodeo y regional (Gay et al., 1996; Mardones et al., 2008; Jiménez

et al., 2011; Mendoza-Ibarra et al., 2012); aunque ninguno de estos estudios ha evaluado conjuntamente ambas enfermedades en la misma población.

Los datos generados por PCE brindan la oportunidad de identificar factores de riesgo compartidos por BT y BGC en la misma población. Esto puede proporcionar información esencial que podría conducir a una mejor comprensión de la epidemiología de ambas enfermedades en La Pampa y, en consecuencia, mejorar la eficiencia de las medidas de intervención. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue identificar los factores de riesgo comunes y específicos para BT y BGC en la provincia de La Pampa utilizando un estudio de casos y controles.

Material y métodos

Área de estudio y población

El área de estudio fue la provincia de La Pampa, que cubre un área de 143.440 km²; aproximadamente el 5,2% de Argentina. La Pampa está ubicada en el centro geográfico de Argentina y alberga un total de 3 millones de bovinos, alrededor del 6% del total de la población bovina de Argentina (SENASA, 2016).

La población estudiada consiste en un total de 5.777 rodeos bovinos de aptitud cárnica, evaluados bajo el programa de control y erradicación (PCE) del 1 de enero al 31 de diciembre de 2013. La legislación en La Pampa requiere el testado anual de BT y BGC en todos los toros no vírgenes existentes en un rodeo bovino (Res. 358/2008, SENASA). Por tanto, la población de estudio corresponde a todos los rodeos de cría bovina existentes en La Pampa en 2013.

Toma de muestras y diseño del estudio

Las muestras fueron tomadas por 260 veterinarios acreditados por el PCE. Se tomaron muestras de esmegma prepucial con un raspador de plástico o de cobre, una pipeta de inseminación artificial o mediante lavados prepuciales (Irons et al., 2002). El material recogido se transfirió a dos tubos que contenían 5 ml de solución salina tamponada con fosfato (PBS, pH 7,0). El tubo para la detección de *C. fetus* también contuvo un 1% de formalina. Las

suspensiones de PBS se mezclaron a fondo para garantizar una mezcla homogénea. Las muestras se analizaron dentro de las 24 h de la recolección en uno de los 16 laboratorios acreditados en La Pampa.

Para la detección de *T. foetus*, se inocularon 500 µL de la suspensión de PBS en 10 mL de medio de Diamond modificado (OIE, 2018). Las muestras se incubaron en oscuridad a 37 °C durante 7 días (Parker et al., 2003) y se examinaron microscópicamente (× 200 para el cribado, × 400 para la confirmación) los días 2, 4, 6 y 7 después de la inoculación. Los parásitos fueron identificados por sus características morfológicas y motilidad características. *C. fetus* fue identificado utilizando la técnica de inmunofluorescencia directa descrita por Dufty (1967), siguiendo a Terzolo et al. (1992). Las muestras con al menos una bacteria fluorescente con características morfológicas típicas de *C. fetus* se clasificaron como positivas.

Un toro se clasificó como negativo si todos los resultados de dos pruebas consecutivas fueron negativos, y positivo si al menos una prueba arrojó resultados positivos (Pérez et al., 2006). Los rodeos con al menos un toro positivo se clasificaron como positivos.

El estudio se diseñó con un enfoque de casos – controles, considerando el rodeo como la unidad de observación. Se establecieron tres grupos de casos: los rodeos con al menos un toro positivo a BT se clasificaron como casos BT, los rodeos con al menos un toro positivo a BGC se clasificaron como casos BGC, y los rodeos con al menos un toro positivo para ambas enfermedades se clasificaron como casos de coinfección por BT y BGC. El grupo de control se conformó por los rodeos sin toros positivos ni a BT ni a BGC.

Encuesta

Se diseñó un cuestionario epidemiológico para cubrir los posibles factores de riesgo para BT y BGC basados en la literatura existente (Jiménez et al., 2011; Mardones et al., 2008) y el conocimiento de expertos del PCE. Las encuestas fueron realizadas por veterinarios acreditados por el PCE durante la toma de muestras de esmegma prepucial. Los veterinarios fueron acreditados por expertos el PCE y entrenados para realizar las encuestas *in situ*, con el fin de superar las dificultades con el vocabulario técnico y evitar interpretaciones erróneas.

Tabla 3.8. Variables recogidas en el cuestionario utilizado para identificar factores de riesgo por *C. fetus* y *T. foetus* en rodeos bovinos de orientación cárnica en la provincia de La Pampa, Argentina, entre enero de 2013 y diciembre de 2013.

Tipo de variable	Variable	Escala
<i>Características de la unidad de producción</i>		
	Carga ganadera ^a	UGM/ha, variable cuantitativa
	Tasa de destete	%, variable cuantitativa
	Superficie de pastoreo	ha, variable cuantitativa
	Tamaño del rodeo	no., variable cuantitativa
	Tenencia de la tierra	Propiedad; arrendada
	Número de toros	no., variable cuantitativa
	Estado del alambrado perimetral ^b	Inadecuado; adecuado
	Estado de la manga de manejo ^c	Inadecuado; adecuado
<i>Características de manejo</i>		
	Origen del reemplazo (vaquillonas)	Externo; ambos, propio
	Certificado libre de e. venéreas ^d	Siempre; otras respuestas
	Contacto con rodeos vecinos	No; si
<i>Antecedentes reproductivos y sanitarios</i>		
	Abortos observados	No; si
	Estacionalidad reproductiva	servicio continuo, p. estacionada
	Revisión previa de las hembras	No; si
	Estatus sanitario previo ^e	Positivo; negativo

a: UGM, unidades de ganado mayor; b: se considera "adecuado" cuando un animal no puede atravesarlo; c: se considera "inadecuado" cuando es difícil tomar muestras de esmegma prepucial; d: reemplazar con toros reproductores certificados como libres de enfermedades venéreas; e: se refiere a la presencia en el último año de la enfermedad considerada en cada modelo.

Los cuestionarios incluyeron preguntas relacionadas con variables que hipotéticamente serían relevantes para ambas enfermedades a nivel de rodeo, y se refieren a la última estación reproductiva. Las características de la explotación incluyen la carga ganadera, tasa de destete, área de pastoreo, tamaño del rodeo, tenencia de la tierra, número de toros, estado del alambrado perimetral y estado de la manga de manejo. Las variables relacionadas con el manejo fueron el origen del reemplazo, si reemplazan con toros certificados como libres de enfermedades venéreas libres y el contacto con otros rodeos. Las variables relacionadas con los antecedentes reproductivos y sanitarios del rodeo incluyeron los abortos observados, el sistema de cría, la revisión de las hembras, y el estatus previo de BT y BGC. Estas variables se muestran en la **Tabla 3.8**. La descripción de las preguntas incluidas en el cuestionario se puede encontrar en el material suplementario.

Los datos fueron organizados, codificados y administrados por los veterinarios del PCE y almacenados en una base de datos de Microsoft Excel.

Análisis estadísticos

Inicialmente, se realizaron análisis estadísticos descriptivos para estimar la proporción de casos y controles para cada una de las variables evaluadas. La fuerza de la asociación bivariada entre las variables predictoras y el estado sanitario (BT, BGC y coocurrencia) se cuantificó mediante la prueba de chi cuadrado de Yates (variables categóricas) y la prueba *U* de Mann – Whitney (variables cuantitativas). Previamente se comprobó mediante la prueba de Kolmogorov – Smirnov que no todas las variables mostraron buen ajuste a la distribución normal.

Las variables predictoras asociadas significativamente con el estado sanitario ($p < 0,20$) se consideraron variables candidatas para incluir en un modelo de regresión logística multivariable. Para evitar los problemas derivados de la multicolinealidad, se calcularon los coeficientes de correlación de Spearman entre todas las variables cuantitativas. Cuando se encontraron coeficientes de correlación significativos ($p < 0,05$) mayores a 0,6, se retuvo la variable con mayor significación biológica (Guta et al., 2014).

Se utilizaron tres modelos de regresión logística multivariable para evaluar cualquier asociación entre los factores de riesgo hipotéticos y (1) ocurrencia de BT, (2) ocurrencia de BGC y (3) coocurrencia de ambas enfermedades en un rodeo, respectivamente. En el primer modelo (ocurrencia de BT) los casos fueron los rodeos con al menos un toro positivo a BT. En el segundo modelo (ocurrencia BGC), los casos fueron los rodeos con al menos un toro positivo a BGC. En el tercer modelo (coocurrencia de BT y BGC) los casos fueron los rodeos con al menos un toro positivo para cada enfermedad. El grupo de control se formó por los rodeos sin toros positivos ni a BT ni a BGC. Los modelos se construyeron siguiendo una serie de pasos (Dohoo et al., 2003).

Los modelos se desarrollaron siguiendo un procedimiento manual. Todos los efectos principales y los términos de interacción bidireccional se evaluaron como predictores potenciales en cada uno de los tres modelos. Se utilizó un valor de $p < 0,05$ como criterio de retención (Bursac et al., 2008). Como primer paso, se comparan todos los modelos posibles con

sólo una variable según el valor del criterio de información de Akaike (AIC). En el modelo de un predictor con el menor valor AIC se van incluyendo las demás covariables y se van comparando en función del valor AIC. Este proceso se repitió hasta que se obtuvo el modelo con el menor AIC (Venables y Ripley, 2002). Este modelo fue considerado como el más plausible y, por tanto, fue seleccionado como el modelo óptimo.

Finalmente, se evaluó la confusión mediante la monitorización de los cambios en los parámetros del modelo al agregar nuevas variables. Se consideró indicativo de confusión el cambio sustancial (es decir, superiores al 20%) en los coeficientes de regresión. La bondad del ajuste de los modelos finales se evaluó calculando el estadístico de Hosmer–Lemeshow (Hosmer y Lemeshow, 1989). La matriz de confusión se usó para determinar si los modelos clasifican correctamente el estatus sanitario de los rodeos (Jiménez et al., 2011). Las odds ratio (OR) y sus respectivos intervalos de confianza del 95% (IC del 95%) se calcularon para cuantificar la asociación entre el estado sanitario y las variables incluidas en el modelo de regresión logística.

Todos los análisis estadísticos se desarrollaron utilizando el software SPSS versión 20.0.

Resultados

Respuesta al cuestionario y estado BT – BGC

Los cuestionarios no pudieron cumplirse en el 39,7% de los rodeos (es decir, faltaron algunas respuestas, o el ganadero no estuvo presente durante la toma de muestras), por lo que fueron excluidos del estudio. Las muestras consistieron en: 121 casos de BT, 170 casos de BGC, 31 casos de casos de coinfección y 3.159 rodeos de control.

Análisis bivariado

Las variables categóricas y cuantitativas incluidas en el análisis bivariado se presentan en la **Tabla 3.9** y la **Tabla 3.10**, respectivamente. Cinco variables se asociaron positivamente con BT, BGC y coinfección por BT y BGC en el análisis bivariado ($p < 0,001$): baja tasa de destete, gran área de pastoreo, grandes rodeos, gran cantidad de toros y la presencia en el año anterior

de cada enfermedad. La práctica de servicio continuo se asoció positivamente con BT ($p = 0,035$) y la coinfección por BT y BGC ($p = 0,007$). BT se asoció positivamente con una alta carga ganadera ($p = 0,036$). El estado inadecuado del alambrado perimetral se asoció positivamente con BGC ($p = 0,010$) y la coinfección por BT y BGC ($p = 0,054$). BGC se asoció positivamente con el contacto frecuente con el ganado vecino ($p < 0,001$).

No se consideraron dos variables para la construcción de los modelos de regresión logística debido a la presencia de correlación con otras variables predictoras. El área de pastoreo se correlacionó con la carga animal ($Rho = -0,63$; $p < 0,05$), el tamaño del rodeo ($Rho = 0,71$; $p < 0,05$) y el número de toros ($Rho = 0,67$; $p < 0,05$). El tamaño del rodeo se correlacionó con el número de toros ($Rho = 0,75$; $p < 0,05$). Las variables número de toros y carga ganadera se mantuvieron debido a su mayor importancia biológica.

Los diferentes parámetros estimados por los modelos multivariados finales están representados en la **Tabla 3.11**.

Tabla 3.9. Asociación bivariada entre la infección por *C. fetus* y *T. foetus* en rebaños bovinos de orientación cárnica en la provincia de La Pampa, y variables cuantitativas hipotéticamente asociadas con el estatus sanitario (media \pm desviación típica).

Variables	Controles	<i>T. foetus</i>		<i>C. fetus</i>		<i>T. foetus</i> y <i>C. fetus</i>	
		Casos	<i>P</i>	Casos	<i>P</i>	Casos	<i>P</i>
<i>n</i>	3.159	121		170		31	
Carga ganadera (UGM/ha)	0,44 \pm 0,48	0,53 \pm 0,43	0,036	0,41 \pm 0,33	0,520	0,43 \pm 0,28	0,924
Tasa de destete (%)	69,2 \pm 14,6	63,2 \pm 14,6	< 0,001	63,9 \pm 14,4	< 0,001	61,6 \pm 13,1	< 0,001
Superficie de pastoreo (ha)	786,5 \pm 1.533,8	1.539,4 \pm 2.296,8	< 0,001	1.494,5 \pm 2.394,9	< 0,001	1.824,5 \pm 2.644,7	< 0,001
Tamaño del rodeo	321,2 \pm 319,3	599,5 \pm 859,6	< 0,001	577,0 \pm 460,2	< 0,001	556,0 \pm 547,6	< 0,001
Número de toros	8,4 \pm 14,6	19,3 \pm 21,5	< 0,001	18,0 \pm 21,7	< 0,001	28,6 \pm 24,6	< 0,001

Tabla 3.11. Asociación bivariada entre la infección por *C. fetus* y *T. foetus* en rebaños bovinos de orientación cárnica en la provincia de La Pampa, y variables categóricas hipotéticamente asociadas con el estatus sanitario.

Variable	Niveles	<i>T. foetus</i>			<i>C. fetus</i>			<i>T. foetus y C. fetus</i>		
		Casos (%)	Controles (%)	<i>P</i>	Casos (%)	Controles (%)	<i>P</i>	Casos (%)	Controles (%)	<i>P</i>
Tenencia de la tierra	Arrendada	2 (3,9)	49 (96,1)	0,775	2 (3,9)	49 (96,1)	0,946	2 (4,1)	47 (95,9)	0,133
	Propiedad	119 (3,7)	3.110 (96,3)		168 (5,1)	3.110 (94,9)		29 (0,9)	3.112 (99,1)	
Estado del alambrado perimetral	Inadecuado	30 (4,0)	724 (96,0)	0,711	54 (6,9)	724 (93,1)	0,010	12 (1,7)	712 (98,3)	0,054
	Adecuado	91 (3,6)	2.435 (96,4)		116 (4,5)	2.435 (95,5)		19 (0,8)	2.447 (99,2)	
Estado de la manga de manejo	Inadecuado	28 (3,9)	684 (96,1)	0,781	37 (5,1)	684 (94,9)	0,951	10 (1,5)	674 (98,5)	0,210
	Adecuado	93 (3,6)	2.475 (96,4)		133 (5,1)	2.475 (94,9)		21 (0,8)	2.485 (99,2)	
Origen del reemplazo	Externo	38 (2,7)	1.368 (97,3)	0,330	60 (4,2)	1.368 (95,8)	0,481	12 (0,9)	1.356 (99,1)	0,822
	Ambos	63 (4,7)	1.265 (95,3)	0,363	82 (6,1)	1.265 (93,9)	0,442	14 (1,1)	1.251 (98,9)	0,877
	Propio	20 (3,7)	526 (96,3)		28 (5,1)	526 (94,9)		5 (0,9)	552 (99,1)	
Certificado libre de e. venéreas	Siempre	34 (3,2)	1.031 (96,8)	0,343	51 (4,7)	1.031 (95,3)	0,528	11 (1,1)	1.020 (98,9)	0,853
	Otras respuestas	87 (3,9)	2.128 (96,1)		119 (5,3)	2.128 (94,7)		20 (0,9)	2.139 (99,1)	
Contacto con rodeos vecinos	Si	23 (4,2)	526 (95,8)	0,577	53 (9,1)	526 (90,8)	< 0,001	6 (1,1)	520 (98,9)	0,850
	No	98 (3,6)	2.633 (96,4)		117 (4,2)	2.633 (95,7)		25 (0,9)	2.639 (99,1)	
Abortos observados	Si	25 (5,2)	460 (94,8)	0,085	30 (6,1)	460 (93,9)	0,319	7 (1,5)	453 (98,5)	0,297
	No	96 (3,4)	2.699 (96,6)		140 (4,9)	2.699 (95,1)		24 (0,9)	2.706 (99,1)	
Estacionalidad reproductiva	Servicio continuo	53 (4,7)	1.077 (95,3)	0,035	61 (5,4)	1.077 (94,6)	0,692	18 (1,7)	1.059 (98,3)	0,007
	P. estacionada	68 (3,2)	2.082 (96,8)		109 (5,0)	2.082 (95,0)		13 (0,6)	2.100 (99,4)	
Revisión previa de las hembras	No	69 (3,4)	1.950 (96,6)	0,343	110 (5,3)	1.950 (94,7)	0,485	20 (1,0)	1.930 (99,0)	0,838
	Si	52 (4,1)	1.209 (95,9)		60 (4,7)	1.209 (95,3)		11 (0,9)	1.229 (99,1)	
Estatus sanitario previo	Positivo	42 (27,3)	112 (77,7)	< 0,001	49 (20,1)	195 (79,9)	< 0,001	8 (11,0)	65 (89,0)	< 0,001
	Negativo	79 (2,6)	3.047 (97,5)		121 (5,8)	2.966 (94,1)		23 (0,7)	3.094 (99,3)	

Factores de riesgo relacionados con la ocurrencia de BT

El modelo con el mejor ajuste para la ocurrencia de BT incluyó tres predictores. Los factores de riesgo significativos: la presencia de *T. foetus* en el año anterior (OR = 18,69; IC 95%: 11,82 – 29,57; $p < 0,001$), el número de toros (OR = 1,03; IC 95%: 1,02 – 1,04; $p < 0,001$) y la práctica de servicio continuo (OR = 1,59; IC 95%: 1,04 – 2,47; $p = 0,034$).

Los resultados de la prueba Hosmer–Lemeshow no sugieren falta de ajuste ($p = 0,742$). No se encontraron términos de interacción significativos. El modelo clasificó correctamente el 61% de los rodeos infectados (74/121) y el 81% de los rodeos no infectados (2.570/3.159), con una tasa de éxito global del 81%.

Factores de riesgo relacionados con la ocurrencia de BGC

Se incluyeron un total de tres efectos principales en el modelo final para la ocurrencia de BGC. Los factores de riesgo significativos fueron: la presencia de *C. fetus* en el año anterior (OR = 4,65; IC 95%: 3,18 – 6,81; $p < 0,001$), el número de toros (OR = 1,02; IC 95%: 1,01 – 1,04; $p < 0,001$) y el estado inadecuado del alambrado perimetral (OR = 1,51; IC 95%: 1,06 – 2,15; $p = 0,022$).

El modelo proporcionó un buen ajuste a los datos (prueba de Hosmer–Lemeshow, $p = 0,536$). No se encontraron términos de interacción significativos. El modelo clasificó correctamente el 58% (98/170) de los rodeos infectados y el 93% (2.918/3.159) de los rodeos no infectados, para una tasa global de éxito del 91%.

Factores de riesgo relacionados con la coocurrencia de BT y BGC

Se incluyeron dos predictores en el modelo de mejor ajuste para la coocurrencia (**Tabla 3.11**). Los factores de riesgo significativos fueron: la presencia de *T. foetus* y *C. fetus* en el año anterior (OR = 39,18; IC 95%: 16,72 – 91,80, $p < 0,001$) y el número de toros (OR = 1,02; IC del 95%: 1,01 – 1,04; $p = 0,003$).

Los resultados de la prueba de Hosmer - Lemeshow no sugirieron evidencia de falta de ajuste ($p = 0,881$). No se encontraron términos de interacción significativos. El modelo clasificó

correctamente el 39% (12/31) de los rodeos infectados y el 90% (2.846/3.159) de las piaras no infectadas, para una tasa global de éxito del 89%.

Tabla 3.11. Factores asociados con la infección por *C. fetus* y *T. foetus* en rodeos bovinos de orientación cárnica en la provincia de La Pampa, Argentina, en 2013, cuantificados mediante modelos de regresión logística multivariantes.

Modelo	Variable	b	S.E. (b)	OR	95% CI	P
<i>T. foetus</i>						
	Intercepto	-1,25	0,23	1,03	1,02 – 1,04	< 0,001
	Número de toros	0,03	0,01	18,69	11,82 – 29,57	< 0,001
	Estatus previo (<i>T. foetus</i>) servicio continuo	2,93 0,44	0,23 0,24	1,59	1,04 – 2,47	0,034
<i>C. fetus</i>						
	Intercepto	-3,51	0,12			
	Número de toros	0,02	0,01	1,02	1,01 – 1,03	< 0,001
	Estatus previo (<i>C. fetus</i>)	1,54	0,19	4,65	3,18 – 6,81	< 0,001
	Estado inadecuado del alambrado	0,41	0,18	1,51	1,06 – 2,15	0,022
<i>Coinfección</i>						
	Intercepto	-5,19	0,24			
	Número de toros	0,02	0,01	1,02	1,01 – 1,04	0,003
	Estatus previo (coinfección)	3,67	0,43	39,18	16,72 – 91,80	< 0,001

Discusión

En este estudio de casos – controles se analizó la infección por *T. foetus* y *C. fetus* en 3,450 rodeos de la provincia de La Pampa (Argentina), y se recopilieron datos sobre las características de la explotación, prácticas de manejo y antecedentes sanitarios mediante cuestionarios.

Esta información se ha utilizado para identificar los factores de riesgo comunes y específicos para la infección a nivel de rodeo por BT y BGC. Los factores de riesgo comunes a ambas enfermedades incluyeron el número de toros y la presencia de enfermedad en el año anterior. Los factores de riesgo específicos incluyeron la práctica de servicio continuo para BT y el inadecuado estado del alambrado perimetral para BGC. Un enfoque integrado para el manejo de enfermedades venéreas debería considerar las características de riesgo identificadas en este

estudio. Esto podría conducir a la reducción de ambas enfermedades y mejorar la eficiencia de las actividades de control de BT y BGC en La Pampa.

De acuerdo con Cowie et al. (2014), la identificación de factores de riesgo compartido por varias enfermedades podría ayudar a justificar y focalizar efectivamente el esfuerzo de intervención, mejorando la rentabilidad de cualquier medida. En este estudio, un factor de riesgo común para BT y BGC fue el número de toros reproductores. Tener un mayor número de toros aumenta la probabilidad de encontrar al menos un animal infectado, por lo que el riesgo de infección es mayor en rodeos grandes con un mayor número de toros. Resultados similares han sido reportados por Rae et al. (2004) y Szonyi et al. (2012) para BT en Estados Unidos. Además, la mayor entrada de animales de reemplazo en grandes rodeos aumenta la probabilidad de entrada de animales infectados. En este sentido, el reemplazo con toros vírgenes es una medida que debería reducir el riesgo de infección.

El estatus sanitario previo también fue un factor de riesgo común para BT y BGC. Por tanto, la probabilidad de encontrar al menos un toro infectado aumenta en rodeos clasificados como positivos en el año anterior. Mardones et al. (2008) y Jiménez et al. (2011) informaron resultados similares para BT y BGC, respectivamente, que se relacionaron con el modo de transmisión y las características biológicas de *T. foetus* y *C. fetus*. Ambos patógenos pueden persistir en el tracto reproductivo de toros y vacas sin causar signos clínicos, lo que facilita la persistencia de ambas enfermedades en el rodeo. Estos resultados también indican que el sacrificio selectivo de toros positivos podría no ser suficiente para erradicar ambas enfermedades en rodeos infectados, por lo que se deben considerar otras medidas de control (Yao, 2013). El problema principal en los rodeos persistentes es la presencia de vacas portadoras no detectadas, ya que no están incluidas en PCE. En estos rodeos, los esfuerzos de manejo deben enfocarse en prevenir el contacto sexual hasta la eliminación de las vacas portadoras. Las vacas infectadas generalmente eliminan ambas infecciones después de un período de descanso reproductivo de 6 a 12 meses (Rae et al., 2004; Mancebo et al., 1995). En el caso de un brote de BT o BGC, los ganaderos generalmente recurren a tratamientos farmacológicos y vacunas, pero rara vez implementan un período suficientemente grande de inactividad sexual. Los tratamientos farmacológicos y las vacunas pueden ayudar a controlar BGC, pero generalmente no tienen éxito para controlar la BT (Cobo et al., 2009; Baltzell et al., 2013). Esto podría explicar por qué el riesgo de persistencia es mayor para BT que para BGC.

Los factores de riesgo para BT y BGC no fueron exactamente los mismos. La práctica de servicio continuo fue un factor de riesgo específico para BT, mientras que el inadecuado estado del alambrado perimetral sólo se asoció significativamente con BGC. Estas diferencias pueden estar relacionadas con una mayor persistencia de *C. fetus* en el tracto reproductivo de las vacas. Cuando se estaciona la reproducción, los toros se separan de las vacas durante 6 – 9 meses. No se produce contacto sexual durante este período, lo que detiene el circuito de reinfección y permite la eliminación de *T. foetus*, normalmente después de 90 – 95 días de reposo sexual (Mancebo et al., 1995). Esto explica por qué la práctica de servicio continuo es un factor de riesgo relevante para BT. Por el contrario, *C. fetus* puede permanecer en el tracto genital de las vacas hasta 2 años (Corbeil et al., 1981). Estas vacas son portadoras asintomáticas fértiles y aumentan el riesgo de transmisión de BGC debido al contacto con otros rodeos, lo que explica por qué el inadecuado estado del alambrado perimetral es un factor de riesgo relevante para BGC.

También es importante tener en cuenta las variables que no se asociaron con estas enfermedades. Por ejemplo, el contacto con rodeos vecinos no se relacionó significativamente con ninguna de las dos enfermedades, aunque en otros estudios se ha descrito como un factor de riesgo para BT y BGC (Jiménez et al., 2011; Mardones et al., 2008). Esto podría deberse al hecho de que el PCE disminuye la probabilidad de contacto con rodeos infectados, ya que permite determinar si los rodeos de los que se espera contacto (es decir, pastos comunales, intercambio de animales, etc.) están infectados. Estas diferencias resaltan que los factores de riesgo locales pueden diferir de los identificados en otros lugares y, por tanto, la gestión local se beneficiará de la investigación local antes de aplicar intervenciones sanitarias.

Este tipo de investigación se basa en gran medida en la precisión de las respuestas de los productores a las encuestas. Los cuestionarios fueron completados *in situ* por veterinarios acreditados por PCE en el mismo día en que se tomaron las muestras de esmegma prepucial para el diagnóstico de BT y BGC. Aunque no es posible evaluar la fiabilidad de todas las respuestas, las respuestas a algunas de las preguntas se verificaron *in situ* (v. g. estado de la manga de manejo, sistema de cría) o mediante datos oficiales (v. g. estatus sanitario previo, reemplazo de toros certificados como libres de enfermedades venéreas, origen del reemplazo, número de toros, tenencia de la tierra, tamaño del rodeo, área de pastoreo). La consistencia observada indica que los encuestados tenían conocimiento sobre sus rodeos. Los efectos del sesgo de recuerdo se redujeron al solicitar sólo información relacionada con el año anterior. Los

cuestionarios no pudieron cumplirse en el 40,28% de los rodeos (es decir, faltaron algunas respuestas, o el ganadero no estuvo presente durante la toma de muestras), por lo que no pudieron incluirse en el estudio. Las tasas de respuesta entre casos y controles no fueron significativamente diferentes ($p > 0,05$), por lo que no se consideraron como causa de sesgo.

Por otro lado, los métodos de diagnóstico utilizados bajo el PCE pueden haber aumentado el riesgo de falsos negativos. En condiciones de campo, los factores técnicos que influyen tanto en el diagnóstico (v. g. intervalo de muestreo, almacenamiento inadecuado de la muestra) como en el proceso de toma de muestras (v. g. técnica de recolección, experiencia del operador) tienden a limitar la sensibilidad de ambas pruebas; por esa razón, se recomiendan de 2 a 4 pruebas consecutivas para clasificar a un animal como negativo (Ferreira et al., 2002, Pérez et al., 2006). Con el fin de mejorar la precisión de los diagnósticos, sería altamente recomendable considerar técnicas de diagnóstico basadas en PCR. Estas técnicas ofrecen mayor sensibilidad y especificidad en condiciones de campo que los métodos de diagnóstico utilizados aquí, lo que permite descartar la infección mediante una única prueba negativa (McMillen y Lew, 2006, Szonyi et al., 2012).

En resumen, este estudio identifica los factores de riesgo compartidos entre dos enfermedades venéreas en la misma región. En La Pampa, las medidas de control deberían reforzarse en grandes rodeos y en rodeos previamente catalogados como positivos. Además, la separación estacional de toros y vacas puede reducir la prevalencia de *T. foetus*, y un mejor control sobre el contacto entre rodeos puede conducir a una reducción de la prevalencia de *C. fetus*.

Material suplementario

Descripción de las preguntas incluidas en el cuestionario:

Ítem	Definición
Código RENSPA	Registro sanitario oficial del rodeo
Productor	Identificación del productor
Estatus sanitario previo	Resultados del análisis de BT y BGC en el año anterior
Estado de la manga de manejo	¿Dificulta la manga de manejo la toma de muestras?
Estado del alambrado perimetral	¿Es posible que un animal traspase el alambrado?
Superficie de pastoreo	Área de pastoreo en ha
Tenencia de la tierra	¿Es propiedad del ganadero?
Número de toros	Número de toros en el momento del muestreo
Número de vacas	Número de vacas en el momento del muestreo
Número de vaquillonas	Número de vaquillonas en el momento del muestreo
Contacto con rodeos vecinos	¿Ha habido algún tipo de contacto con otros bovinos desde la última toma de muestras (intercambio de toros, pastoreo comunal, traspaso de alambrados, etc.)?
Sistema de servicios	¿Servicio continuo o estacional?
Revisión de hembras	¿Se han chequeado las hembras antes de la estación reproductiva (servicio estacionado) o desde la última toma de muestras (servicio continuo)?
Abortos	¿Se han observado abortos en la última estación reproductiva (servicio estacionado) o desde la última toma de muestras (servicio continuo)?
Reemplazo de toros	¿Se han introducido toros en el rodeo desde la última toma de muestras?
Certificado de enfermedades venéreas	Si la respuesta anterior es afirmativa: ¿Alguno de los toros introducidos no estaba certificado como libre de BT y BGC?
Reemplazo de hembras	¿Se han introducido hembras en el rodeo desde la última toma de muestras?
Origen del reemplazo (hembras)	Si la respuesta anterior es afirmativa: ¿Su origen es propio, externo o ambos?
Número de terneros destetados	Número de terneros destetados en la última estación reproductiva (servicio estacionado) o desde la última toma de muestras (servicio continuo)
Número de hembras en servicio	Número de hembras en servicio en la última estación reproductiva (servicio estacionado) o desde la última toma de muestras (servicio continuo)

CAPÍTULO IV. INCIDENCIA, PREVALENCIA Y PERSISTENCIA DE ENFERMEDADES VENÉREAS BOVINAS EN LA PAMPA (ARGENTINA): ESTIMACIONES PARA EL PERIODO 2007 – 2020.

Este capítulo corresponde a la siguiente publicación: *Molina, L.L., García, A., Angón, E., Moralejo, R., Caballero – Villalobos, J., Perea, J. 2019. Incidence, prevalence and persistence of bovine venereal diseases in La Pampa (Argentina): estimations for the period 2007 – 2020. Rev. FCA UNCUYO (Aceptado el 8 de Septiembre de 2018).*

Introducción

La tricomoniasis bovina (BT) y la campilobacteriosis genital bovina (BGC) son enfermedades venéreas de importancia económica, caracterizadas por infertilidad, muerte embrionaria, abortos, ciclos reproductivos irregulares y largos intervalos de sacrificio (Campero et al., 2003b). Los rodeos infectados con BGC pueden reducir las tasas de fertilidad hasta en un 20% y aumentar la tasa de aborto hasta en un 10% (Hum, 1987). Además, la esterilidad puede ocurrir en aproximadamente el 11% de las vaquillonas infectadas (McCool et al., 1988). BT también se ha asociado a bajos pesos al nacimiento y reducciones de más del 50% en la tasa de destete (BonDurant et al., 1950; Rae, 1989). En Estados Unidos, se estima que la infección producida por BT genera pérdidas económicas de más de 650 millones de dólares (Speer y White, 1991).

BT es causada por *Tritrichomonas foetus* y BGC por *Campylobacter fetus venerealis* (Eaglesome y Garcia, 1992; Skirrow y BonDurant, 1988). Ambas enfermedades se transmiten durante el coito, siendo los toros portadores asintomáticos. Cuando alcanzan los 3 o 4 años permanecen como reservorios permanentemente infectados, mientras que las vacas generalmente se recuperan después de un período de 6 – 12 meses (Anderson, 2007; Corbeil et al., 2003; Mancebo et al., 1995). Además, no hay tratamiento ni vacunación lo suficientemente efectiva para ambas enfermedades (BonDurant, 2003; Cobo et al., 2004; Villaroel et al., 2004).

Ambas enfermedades se distribuyen en todo el mundo, aunque tienden a ser endémicas en áreas donde la producción bovina es típicamente extensa y se basa en la reproducción natural, como la provincia de La Pampa en Argentina (Gay et al., 1996; Mshelia et al., 2010). La importancia económica del sector bovino y la preocupación por la baja eficiencia reproductiva llevaron a la implementación en 2006 de un Programa de Control y Erradicación de Enfermedades Venéreas en bovinos de la provincia de La Pampa (PCE) de BT y BGC. La inclusión en el PCE es obligatoria para todos los rodeos, y los animales positivos deben ser eliminados del rodeo dentro de los 120 días posteriores al diagnóstico. (Disp. 490/2014. Min. Prod.). Sin embargo, los animales pueden recibir tratamiento médico siempre que se certifique la negatividad mediante tres pruebas negativas posteriores al tratamiento (Molina et al., 2013).

Los datos generados por PCE brindan la oportunidad de determinar indicadores epidemiológicos para BT y BGC. Además, en Argentina no se generan indicadores epidemiológicos a nivel nacional. En estas situaciones donde no existe información sobre ocurrencia a nivel nacional, las estimaciones y proyecciones representan una herramienta esencial para comprender los requerimientos sanitarios y, en consecuencia, establecer medidas de prevención y control (Moller et al., 2002; Wangdi et al., 2010). Se han utilizado diferentes métodos de estimación para predecir tasas de ocurrencia, incluidos los métodos de descomposición, modelos ARIMA, modelos bayesianos o regresión lineal (Luz et al., 2008; Mendoza – Ibarra et al., 2011; Sebastiani et al., 2006; Soebiyanto et al., 2010; Zhang et al., 2016). Las ventajas y las condiciones de aplicabilidad son específicas de cada modelo de análisis, y también dependen del tipo de datos que constituyen las series de tiempo (Diggle, 1990).

El presente estudio tiene como objetivo determinar los indicadores epidemiológicos poblacionales para BT y BGC en la provincia de La Pampa (Argentina) para el período 2007 – 2013, y proporcionar proyecciones de la incidencia, prevalencia y persistencia de ambas enfermedades hasta 2020.

Material y métodos

Área de estudio y población

El área de estudio fue la provincia de La Pampa en Argentina, que incluye aproximadamente el 6% de la población bovina total del país (SENASA, 2017). La Pampa se encuentra en el centro geográfico de Argentina y cubre un área de alrededor de 143.440 km² (aproximadamente el 5,2% de Argentina). La producción bovina en La Pampa es extensiva e involucra, principalmente, dos sistemas de producción: rodeos que producen terneros para establecimientos de engorde; y rodeos en los que se crían y engordan terneros en la misma explotación (rodeos de ciclo completo).

La población en estudio consiste en todos los rodeos (de 2.000 a 6.000) anualmente evaluados bajo PCE del 1 de enero al 31 de diciembre de 2013. La regulación de PCE en La Pampa requiere el muestreo de BT y BGC de todos los toros no vírgenes en el rodeo para autorizar el movimiento de ganado a otro rodeo, engorde a corral o matadero (SENASA, 2008). Por lo tanto, la población de estudio corresponde a todos los rodeos existentes en La Pampa entre 2007 y 2013, excepto los pocos rodeos sin movimientos ganaderos durante este período.

Todos los toros no vírgenes en La Pampa son muestreados dos veces al año como parte de PCE. La metodología para la obtención y el diagnóstico de muestras está detalladamente descrita por Molina et al. (2013). Un toro se clasifica como negativo si los resultados obtenidos en dos pruebas consecutivas son negativos, y positivo si al menos una prueba arrojó resultados positivos (Perez et al., 2006). Los rodeos con al menos un toro positivo se clasificaron como positivos.

Datos

Este estudio utilizó los datos anuales recopilados e informados por PCE desde el 1 de enero de 2007 hasta el 31 de diciembre de 2013. Se analizaron la prevalencia anual, la incidencia y la persistencia de BT y BGC. La prevalencia se define como la relación entre los rodeos positivos y el total de rodeos evaluados. La incidencia se define como la relación entre los nuevos rodeos positivos y los rodeos totales evaluados. La persistencia se define como la proporción de rodeos

positivos en el año n que también fueron positivos en el año $n - 1$ respecto al total de rodeos evaluados.

Modelos de estimación

Para caracterizar el comportamiento de cada serie de tiempo, se han construido y evaluado diferentes modelos utilizando la prevalencia, la incidencia y la persistencia como variables dependientes (Y) y el tiempo como la variable independiente (X). En total, se evaluaron 14 modelos para cada serie temporal: caminata aleatoria, caminata aleatoria con deriva, modelo de media constante, modelo de tendencia lineal, modelo de tendencia cuadrática, modelo de tendencia de crecimiento exponencial, modelo de curva S, suavizado exponencial simple, suavizado exponencial lineal de Brown, suavizado exponencial de Holt, suavizado exponencial cuadrático, ARIMA (1,0,0) y ARIMA (1,0,1).

Los coeficientes de cada modelo se han estimado utilizando el método de mínimos cuadrados y se contrastan utilizando pruebas t (Angón et al., 2013, Faruk, 2010). El ajuste se determinó mediante el error cuadrático medio (RMSE), el error absoluto medio (MAE) y el error porcentual medio absoluto (MAPE). La adecuación se contrastó usando pruebas de ruido blanco para verificar si los residuos eran independientes y normalmente distribuidos (Fong y Li, 2003). Es posible que se puedan identificar varios modelos para cada serie temporal, por lo que es necesario elegir un modelo óptimo. Este modelo óptimo se determinó siguiendo el criterio de información de Akaike (AIC) y en el criterio bayesiano de Schwartz (SBC) (Kohler y Murphe, 1988). Todos los modelos fueron validados retrospectivamente mediante la comparación de los promedios obtenidos y los observados durante el período 2007 – 2013 (Souza y Bernal, 2012).

Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de significación $\alpha \leq 0,05$ y utilizando el software SPSS v.15.0.

Resultados

La **Tabla 3.12** muestra la prevalencia de BT y BGC registrada durante el período 2007 – 2013 en La Pampa. Un promedio de 9,51% de los rodeos muestreados contuvieron al menos un toro positivo para BT o BGC. Los rodeos infectados con cualquiera de las dos enfermedades se

han reducido del 14,18% en 2007 al 5,57% en 2013, lo que implica una disminución promedio anual del 0,78%. Los rodeos con toros positivos para ambas enfermedades promediaron 1,60%. La coinfección se ha reducido en un promedio anual de 0,18%, del 2,66% en 2007 al 0,60% en 2013. La prevalencia de BT y BGC se ha reducido en un promedio anual de 0,44% y 0,51%, respectivamente. La prevalencia de BT ha disminuido del 7,48% en 2007 al 3,03% en 2013, mientras que la prevalencia de BGC ha disminuido del 9,36% al 3,15%.

Tabla 3.12. Prevalencia a nivel de rodeo de BT y BGC durante el período 2007 – 2013 en La Pampa (Argentina).

Año	Rodeos	BT	BGC	BT o BGC	BT y BGC
2007	3.610	270 (7,48 %)	338 (9,36 %)	512 (14,18 %)	96 (2,66 %)
2008	4.105	418 (10,18 %)	421 (10,26 %)	679 (16,54 %)	160 (3,90 %)
2009	2.352	95 (4,04 %)	127 (5,40 %)	190 (8,08 %)	32 (1,36 %)
2010	4.078	140 (3,43 %)	250 (6,13 %)	346 (8,48 %)	44 (1,08 %)
2011	5.167	168 (3,25 %)	283 (5,48 %)	397 (7,68 %)	54 (1,05 %)
2012	5.588	135 (2,42 %)	232 (4,15 %)	337 (6,03 %)	30 (0,54 %)
2013	5.777	175 (3,03 %)	182 (3,15 %)	322 (5,57 %)	35 (0,61 %)

La persistencia promedio de BT y BGC fue del 26,78% y 18,98%, respectivamente. Mientras que la persistencia de BT se ha reducido del 53,03% en 2007 al 39,13% en 2013, la persistencia de BGC ha aumentado levemente del 25,93% al 26,47% en 2013 (**Tabla 3.13**). La incidencia de ambas enfermedades se ha reducido en un promedio anual de 0,61% para BT y 0,67% de BGC.

Tabla 3.13. Persistencia e incidencia de BT y BGC durante el período 2007 - 2013 en La Pampa (Argentina).

Año	Persistencia BT	Persistencia BGC	Incidencia BT	Incidencia BGC
2007	-	-	270 (7,48 %)	338 (9,36 %)
2008	143 (53,03 %)	88 (25,93 %)	275 (6,94 %)	333 (8,30 %)
2009	24 (5,84 %)	27 (6,51 %)	71 (3,03 %)	100 (4,28 %)
2010	13 (13,33 %)	26 (20,59 %)	127 (3,13 %)	224 (5,52 %)
2011	37 (26,42 %)	52 (20,65 %)	131 (2,55 %)	231 (4,52 %)
2012	39 (22,95 %)	39 (13,75 %)	96 (1,74 %)	193 (3,48 %)
2013	53 (39,13 %)	61 (26,47 %)	122 (2,13 %)	121 (2,11 %)

Las proyecciones revelan una reducción de las tasas de prevalencia e incidencia de BT y BGC (**Tabla 3.14**). Los resultados de la **Tabla 3.15** indican que los cambios esperados son estadísticamente significativos.

Tabla 3.14. Modelos de estimación con el mejor ajuste para indicadores epidemiológicos de BT y BGC en La Pampa (2007 – 2013).

Variable	Modelo	RMSE	MAE	MAPE	AIC	SBC
Prevalencia BT	$Y = e^{(\beta_1 + \beta_2/t)}$	1,846	1,076	20,441	1,798	1,782
Prevalencia BGC	$Y = e^{(\beta_1 + \beta_2 \cdot t)}$	1,189	0,769	11,540	0,917	0,902
Prevalencia BT o BGC	$Y = e^{(\beta_1 + \beta_2/t)}$	2,146	1,184	10,853	2,099	2,083
Prevalencia BT y BGC	$Y = e^{(\beta_1 + \beta_2 \cdot t)}$	0,762	0,430	22,834	0,030	0,014
Persistencia BT	$Y = \beta_1 + \beta_2 \cdot t$	13,742	10,245	42,171	5,352	5,937
Persistencia BGC	$Y = \beta_1$	4,780	3,675	19,361	3,414	3,407
Incidencia BT	$Y = e^{(\beta_1 + \beta_2/t)}$	0,964	0,642	17,548	0,499	0,483
Incidencia BGC	$Y = e^{(\beta_1 + \beta_2/t)}$	0,984	0,667	15,202	0,539	0,523

RSME: error cuadrático medio; MAE: error absoluto medio; MAPE: error porcentual medio absoluto; AIC: Criterio de información de Akaike; SBC: Criterio Bayesiano de Schwartz

Tabla 3.15. Coeficientes de los modelos de estimación de indicadores epidemiológicos de BT y BGC con el mejor ajuste en La Pampa (2007 – 2013).

Modelo	Constante				Pendiente			
	β_1	E.E.	t	P	β_2	E.E.	t	P
Prevalencia BT	-415,152	111,637	-3,71	0,011	837.364	224.390	3,73	0,012
Prevalencia BGC	365,193	62,409	5,85	0,002	-0,180	0,031	-5,82	0,002
Prevalencia BT o BGC	-347,606	67,329	-5,16	0,003	703.063	135.332	5,19	0,003
Prevalencia BT y BGC	619,812	117,838	5,25	0,003	-0,308	0,058	-5,25	0,003
Persistencia BT	4384,31	-2,165	0,61	0,569	-2,165	3,524	-0,61	0,572
Persistencia BGC	22,005	1,951	11,27	0,000	-	-	-	-
Incidencia BT	-480,657	91,747	-5,234	0,003	969.026	184.504	5,25	0,003
Incidencia BGC	-440,106	77,656	-5,67	0,002	887.775	156.088	5,69	0,002

La prevalencia de BT mostró el mejor ajuste con el modelo de curva S (**Figura 3.10**). Se espera una reducción anual de la prevalencia de BT del 0,25%, alcanzando el 0,54% (0,10 – 2,07 IC 95%) en 2020. La prevalencia de BGC fue ajustada con el modelo de tendencia de crecimiento exponencial y muestra una disminución anual esperada del 0,35%, alcanzando el 0,94 % (0,38 – 1,93 IC 95%) en 2020 (**Figura 3.11**).

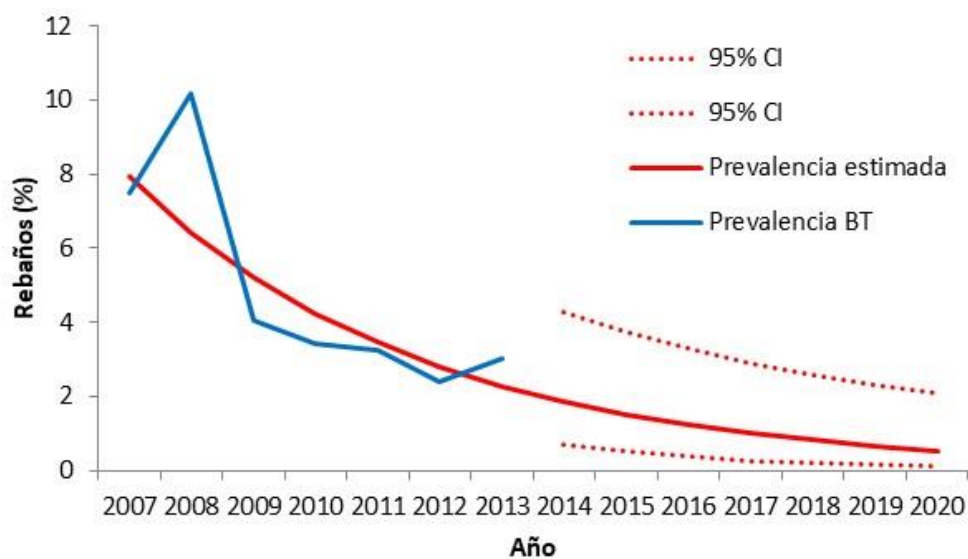


Figura 3.10. Ajuste y predicción de la prevalencia de BT en La Pampa con el modelo de curva S.

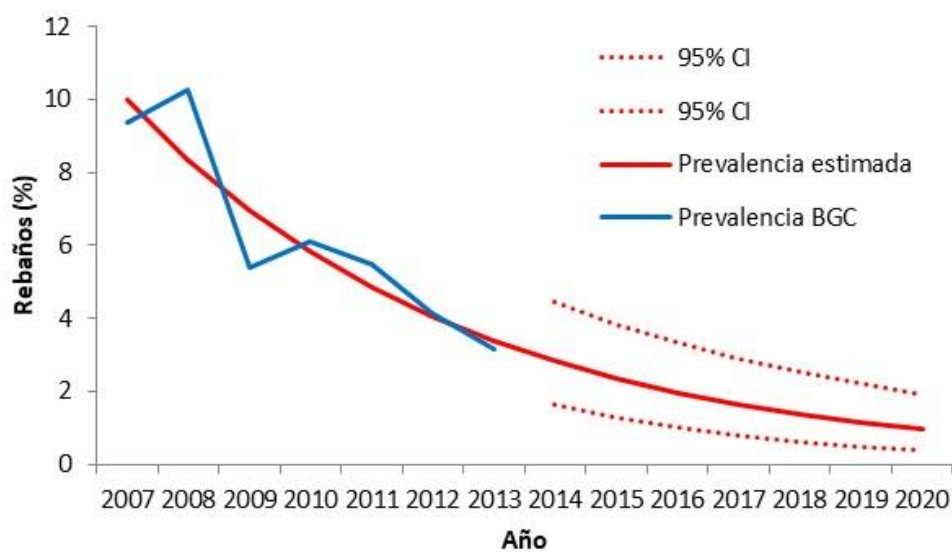


Figura 3.11. Ajuste y predicción de la prevalencia de BGC en La Pampa con el modelo de tendencia de crecimiento exponencial.

La prevalencia de BT y BGC se ajustó con el modelo de curva S. Se espera que los rodeos infectados por cualquiera de ambas enfermedades se reduzcan en un promedio anual del 0,52%, alcanzando el 1,56% (0,58 – 3,18 95% CI) en 2020 (**Figura 3.12**). La coinfección por BT y

BGC se ajustó con el modelo de tendencia de crecimiento exponencial y muestra una disminución anual esperada del 0,06% (**Figura 3.13**).

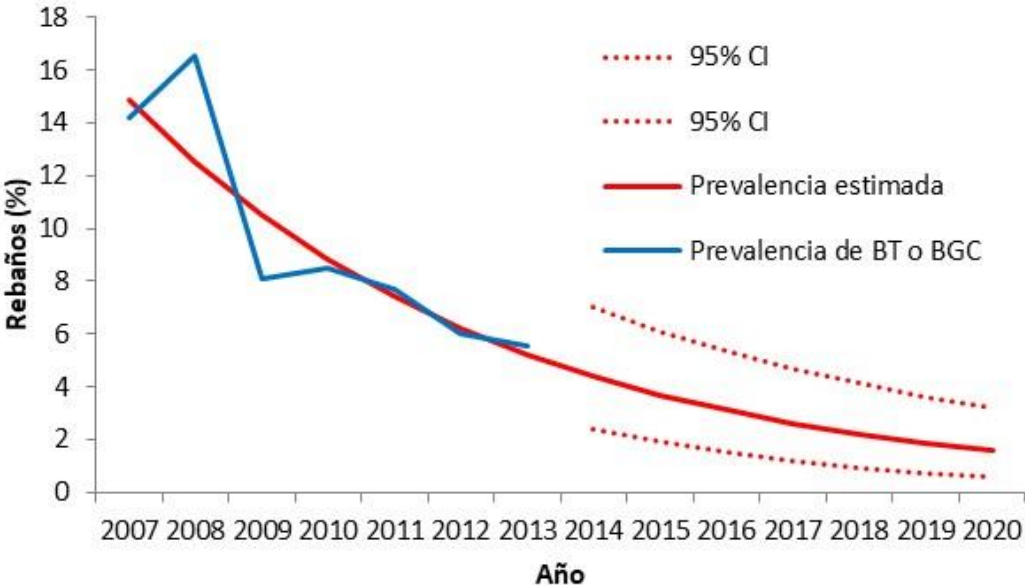


Figura 3.12. Ajuste y predicción de la prevalencia de BT o BGC en La Pampa con el modelo de curva en S.

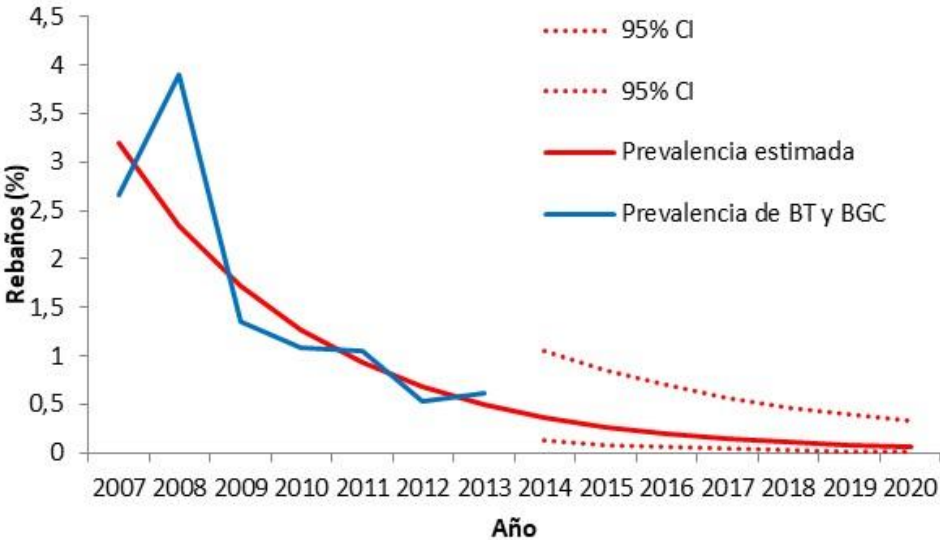


Figura 3.13. Ajuste y predicción de la prevalencia de BT y BGC en La Pampa con el modelo de tendencia de crecimiento exponencial.

Las incidencias de BT y BGC se ajustaron con el modelo de curva S y mostraron una disminución anual esperada del 0,19% y 0,28%, respectivamente (Figuras 3.14 y 3.15).

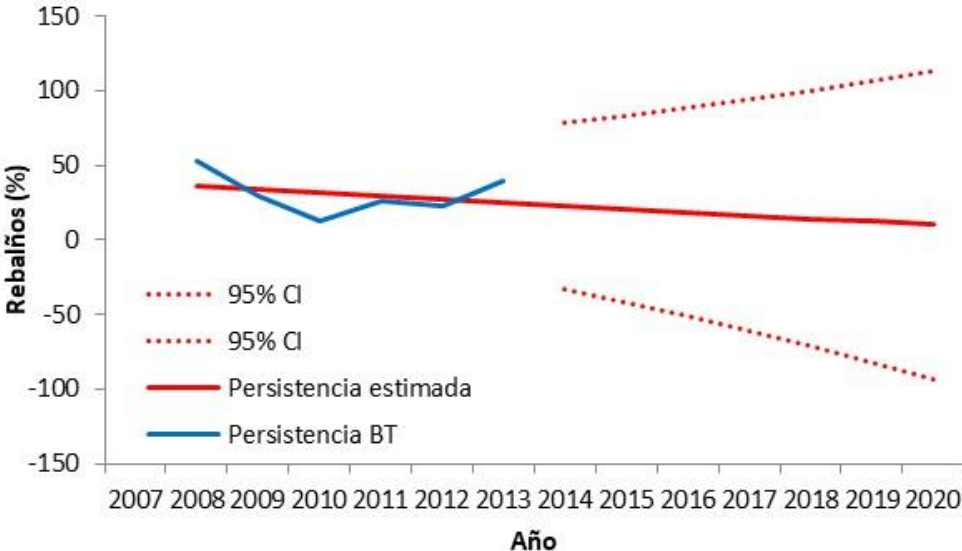


Figura 3.14. Ajuste y predicción de la persistencia de BT en La Pampa con el modelo de tendencia lineal.



Figura 3.15. Ajuste y predicción de la persistencia de BGC en La Pampa con el modelo de media constante.

La persistencia de BT se ajustó con el modelo de tendencia lineal, aunque no fue estadísticamente significativa (Tabla 3.15, Figura 3.16). El mejor ajuste para la persistencia de BGC fue con el modelo de media constante, lo que sugiere que la persistencia se mantendrá constante en torno al 22% durante el período 2013 – 2020 (Figura 3.17).

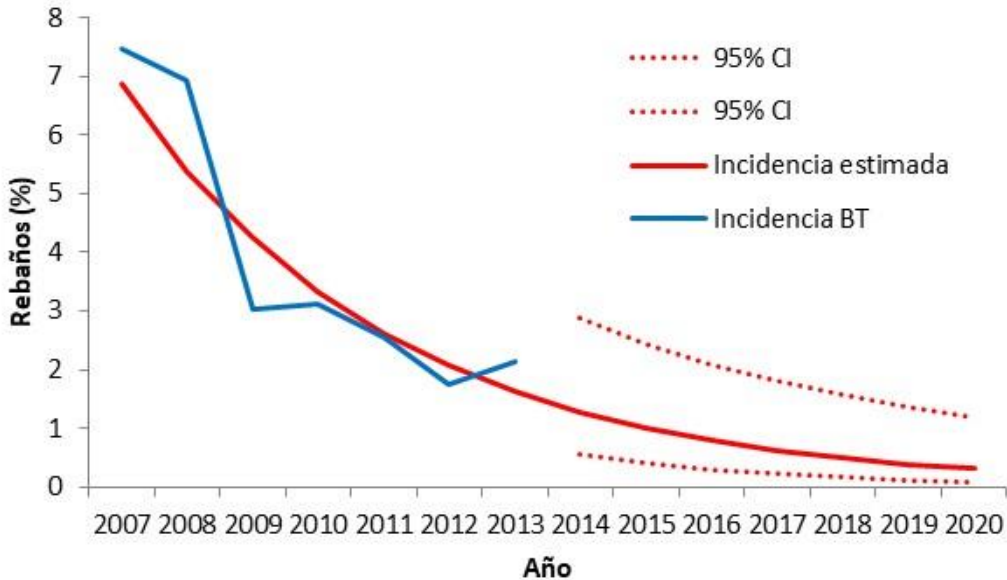


Figura 3.16. Ajuste y predicción de la incidencia de BT en La Pampa con el modelo de curva en S.

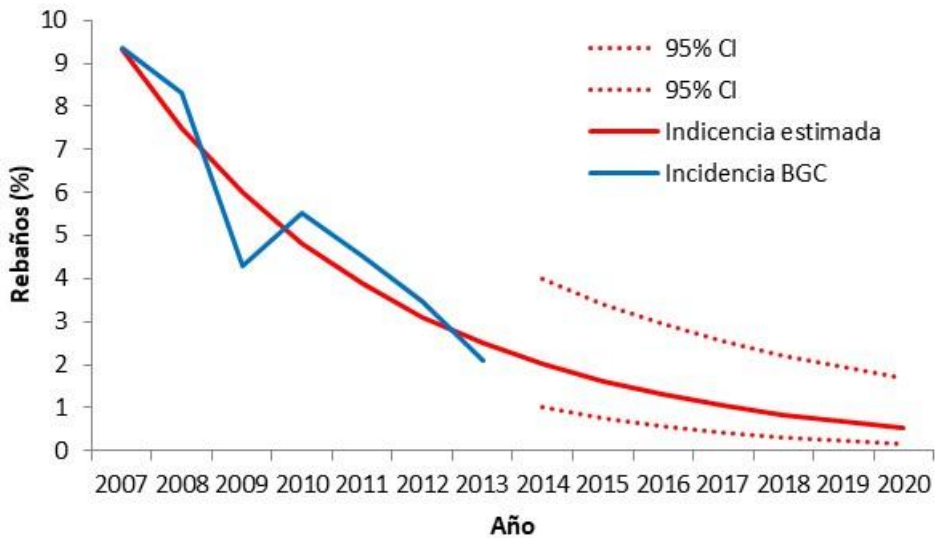


Figura 3.17. Ajuste y predicción de la incidencia de BGC en La Pampa con el modelo de curva en S.

Discusión

Los datos acumulados en La Pampa durante 7 años se han utilizado para determinar los indicadores epidemiológicos poblacionales de BT y BGC en la provincia. La prevalencia inicial de ambas enfermedades generalmente es más baja que las informadas en otras áreas endémicas de Asia, Australia, América del Norte, América del Sur y Sudáfrica (Bawa et al., 1991; BonDurant et al., 1990; Erasmus et al., 1989; Mai et al., 2013b; Mancebo et al., 1995; McCool et al., 1988; Pefanis et al., 1988; Ryley et al., 1995; Yang et al., 2012). Se notificó una prevalencia del 37% para BGC en Uruguay, mientras que no se encontraron rodeos positivos para BT (Repiso et al., 2005). En Buenos Aires (Argentina) se informó una prevalencia del 1,5% para BGC y del 19,4% para BT (Rojas et al., 2011). En el este de La Pampa, se encontró una prevalencia del 11,1% para BT y del 7,0% para BGC (Suárez et al., 2008). La mayoría de los datos de prevalencia informados provienen de estudios realizados con pocos rodeos y condiciones limitadas, por lo que es posible que no reflejen con precisión la situación real. Por ejemplo, en Sudáfrica, la ocurrencia de BGC parece estar muy subestimada (Msheila et al., 2010).

La detección de BT y BGC en La Pampa se ha basado en dos muestras consecutivas de esmegma prepucial y en métodos culturales (Molina et al., 2013). Sin embargo, existen diferentes factores que podrían afectar negativamente la precisión de los diagnósticos, siendo algunos de ellos fácilmente actualizables. Por ejemplo, la toma de muestras no siempre es efectiva debido a la presencia intermitente de agentes patógenos en el prepucio (Irons et al., 2002; Mendoza – Ibarra et al., 2011). Además, la frecuencia y los intervalos de muestreo afectan la efectividad de las técnicas de diagnóstico (Mukhufhi et al., 2003; Rae et al., 1999). Aunque ninguna de ellas es 100% sensible, las técnicas basadas en PCR mejoran los resultados en comparación con los obtenidos por las técnicas clásicas (McMillen y Lew, 2006; Szonyi et al., 2012). Según Yao (2013), un factor impredecible y generalmente ignorado es el retraso en la entrega de muestras a los laboratorios de diagnóstico después de la recolección de la toma. Otro factor es la existencia de vacas positivas que actualmente no se detectan porque no están incluidas en PCE. Para mejorar la precisión de los diagnósticos sería muy recomendable considerar estos factores y analizar la relación entre la toma de muestras y la situación del rodeo.

La prevalencia de BT y BGC alcanzó su pico más alto en 2008. Desde este momento han disminuido, lo que demuestra medidas de control efectivas. En Wyoming (Estados Unidos), un plan de control similar al PCE logró reducir la prevalencia de rodeo de BT al 1,29% en nueve

años (Yao et al., 2011). Además, los modelos de estimación muestran una tendencia decreciente, y se espera que ambas prevalencias continúen disminuyendo en el futuro, aunque los modelos no son capaces de predecir con precisión los niveles de prevalencia. Esto se debe, en parte, a la escasa disponibilidad de datos. La disminución de la prevalencia de BT y BGC se debe principalmente a una reducción de nuevas infecciones, dado que la proporción de rodeos persistentes se ha mantenido bastante estable. Aunque los modelos de estimación no pueden predecir con precisión los niveles de incidencia y persistencia, sugieren que en el futuro la incidencia continuará disminuyendo, mientras que la persistencia se mantendrá constante.

El PCE ha sido especialmente útil para reducir la infección de rodeos libres. Esto se explica por la reposición con toros certificados como negativos para ambas enfermedades. Sin embargo, el PCE no ha logrado reducir significativamente la tasa de rodeos persistentes. Por un lado, la eliminación de toros positivos podría no ser suficiente para eliminar la enfermedad del rodeo; también podría ser necesario eliminar las vacas reproductoras o establecer un período de descanso reproductivo durante 6 – 12 meses para facilitar la curación (Mancebo et al., 1995; Rae et al., 2004). Por otro lado, puede que el reemplazo de los toros positivos elimine la enfermedad, pero al no adoptarse simultáneamente medidas preventivas, el rodeo se vuelve a contagiar. En este sentido, en las áreas de mayor riesgo de BT y BGC, el intercambio de toros entre productores y el uso de pastos comunales son prácticas comunes (Molina et al., 2013).

Según Yao (2013), para erradicar la enfermedad no es suficiente con detectar y eliminar los toros positivos y reemplazar con toros libres. Además del PCE, se deben considerar otras medidas preventivas y de manejo. BT y BGC comparten en La Pampa algunos de sus principales factores de riesgo (Gay et al., 1996; Jiménez et al., 2011; Mardones et al., 2008; Mendoza – Ibarra et al., 2011). Además, existe correlación espacial entre el riesgo de BT y BGC (Molina et al., 2013). Por tanto, el desarrollo de acciones integradas centradas en las características comunes de BT y BGC debería mejorar la eficacia y la eficiencia de los métodos de intervención (Cowie et al., 2014).

Tomando en consideración las características comunes de ambas enfermedades y las condiciones productivas en La Pampa, las acciones prioritarias deben enfocarse en la mejora del control reproductivo y en mantener el rodeo en ciclo cerrado. Prácticas como la reproducción estacional o el tacto rectal no son habituales en la provincia y, sin embargo, mejorarían en gran medida la eficiencia reproductiva y el control de las enfermedades venéreas. Por un lado, permiten la identificación temprana de fallos reproductivos y el descarte de vacas

vacías. Por otro lado, permiten hacer los muestreos antes de la cría, lo que reduce la probabilidad de falsos negativos debido a la baja concentración de microorganismos, y evita que toros positivos entren en contacto con vacas y vaquillonas (Michi et al., 2016). Finalmente, mantener el rodeo en ciclo cerrado evita el contacto con animales de otros rodeos de estatus sanitario desconocido. En este sentido, es importante mantener en buenas condiciones los alambrados y el alambrado perimetral, evitar el intercambio de toros y no compartir pastos (Jiménez et al., 2011; Mardones et al., 2008). Según Yao (2013), la erradicación de BT y BGC solo es posible mediante la sustitución de la reproducción natural por inseminación artificial. Sin embargo, aunque la inseminación artificial generalmente implica una reducción considerable de las tasas de ocurrencia, o incluso de erradicación; existen extensas zonas libres de BT y BGC donde la inseminación artificial no se práctica, como las dehesas españolas (Mendoza – Ibarra et al., 2011; Taylor et al., 1994).

IV. CONCLUSIONES

IV. CONCLUSIONES

1. Se han identificado dos áreas de alto riesgo, una elíptica para la infección por *C. fetus* y otra circular para la infección por *T. foetus*. Ambas áreas se solapan en el sur de la provincia, delimitando una zona de alto riesgo para ambas enfermedades, que no puede ser explicada por la elevada concentración de ganado.
2. Los modelos autorregresivos integrados de media móvil son eficaces para modelizar la prevalencia histórica y predecir la prevalencia futura de la tricomoniasis bovina y campilobacteriosis genital bovina.
3. La infección por *T. foetus* y *C. fetus* son estacionales y sincrónicas, con tasas de detección superiores en otoño – invierno que en primavera – verano, y se relaciona con un calendario de muestreo poco ajustado con el ciclo reproductivo de los rodeos.
4. El número de toros y el *estatus* sanitario previo son factores de riesgo compartidos por ambas enfermedades. La práctica de servicio continuo es un factor de riesgo para la infección por *T. foetus*, mientras que el estado inadecuado del alambrado perimetral lo es para *C. fetus*.
5. La política de “diagnóstico y sacrificio” ha sido efectiva para reducir los niveles de infección por *T. foetus* y *C. fetus* en La Pampa (Argentina). Erradicar o reducir aún más los niveles de infección por *T. foetus* o *C. fetus* resulta improbable sin aumentar la sensibilidad de los diagnósticos, adoptando técnicas moleculares basadas en PCR y ajustando el calendario de muestreo con el ciclo reproductivo; y sin introducir cambios en el manejo de los rodeos que consideren los factores de riesgo identificados.
6. Los rasgos espaciales, temporales y de riesgo comunes a la infección por *T. foetus* y *C. fetus* deberían ser considerados para priorizar los esfuerzos de intervención, lo que mejoraría la rentabilidad y la eficacia de las actividades de control llevadas a cabo en La Pampa.

V. BIBLIOGRAFÍA

V. BIBLIOGRAFÍA

- Abrial, D., Calavas, D., Jarrige, N., Ducrot, C., 2005. Spatial heterogeneity of the risk of BSE in France following the ban of meat and bone meal in cattle feed. *Prev. Vet. Med.* 67, 69–82.
- Abril, C., Vilei, E.M., Brodard, I., Burnens A., Frey J., Miserez, R., 2007. Discovery of Insertion Element ISCfe1: A new tool for *Campylobacter fetus* subspecies differentiation. *Clin. Microbiol. Infect.* 13, 993–1000.
- Alberio, R., 2014. Manejo reproductivo del ganado bovino en sistemas extensivos. Albeitar [Online]. Disponible en: <https://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/5457/articulos-rumiantes-archivo/manejo-reproductivo-del-ganado-bovino-en-sistemas-extensivos.html> (acceso: 06.09.18).
- Allepuz, A., Casal, J., Napp, S., Saez, M., Alba, A., Vilar, M., Domingo, M., González, M.A., Duran-Ferrer, M., Vicente, J., Álvarez, J., Muñoz, M., Saez, J.L., 2011. Analysis of the spatial variation of Bovine tuberculosis disease risk in Spain (2006–2009). *Prev. Vet. Med.* 100, 44–52.
- Anderson, M.L., 2007. Infectious causes of bovine abortion during mid-to-late-gestation. *Theriogenology* 68, 474–486.
- Angón, E., García A., Perea, J., Acero, R., Toro-Mújica, P., Pacheco, H., González, A., 2013. Eficiencia técnica y viabilidad de los sistemas de pastoreo de vacunos de leche en la Pampa. Argentina. *Agrociencia.* 47, 443-456
- Baltzell, P., Newton, H., O'Connor, A.M., 2013. A critical review and metaanalysis of the efficacy of whole-cell killed *Tritrichomonas foetus* vaccines in beef cattle. *J. Vet. Intern. Med.* 27, 760–770.
- Bawa, E.K., Adekeye, J.O., Oyedipe, E.O., Umoh, J.U., 1991. Prevalence of bovine campylobacteriosis in indigenous cattle of three states in Nigeria. *Tropical Animal Health and Production* 23, 157–160

- BonDurant, R.H., 2005. Venereal diseases of cattle: natural history, diagnosis, and the role of vaccines in their control. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 21, 383–408.
- Bondurant, R.H., Anderson, M.L., Blanchard, P., Hird, D., Danaye-Elmi, C., Palmer, C., Sischo, W.M., Suther, D., Utterback, W., Weigler, B.J., 1990. Prevalence of trichomoniasis among California beef herds. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 10, 1590 – 1593.
- Bursac, Z., Gauss, C.H., Williams, D.K., Hosmer, D.W., 2008. Purposeful selection of variables in logistic regression. *Source Code Biol. Med.* 3, 17.
- Campero, C.M., 2000. Las enfermedades reproductivas de los bovinos: ayer y hoy. *Acad. Nacional. Agronom. Vet.* 53, 88–112.
- Campero, C.M., Moore, D.P., Odeon, A.C., Cipolla, A.L., Odriozola, E., 2003a. Aetiology of bovine abortion in Argentina. *Vet. Res. Commun.* 27, 359-369.
- Campero, C.M., Rodriguez Dubra, C., Bolondi, A., Cacciato, C., Cobo, E., Perez, S., Odeon, A., Cipolla, A., BonDurant, R.H., 2003b. Two-step (culture and PCR) diagnostic approach for differentiation of non-*T. foetus* trichomonads from genitalia of virgin beef bulls in Argentina. *Veterinary Parasitology* 112, 167–175.
- Clarke, B.L., Dufty, J.H., 1978. Isolation of *Campylobacter fetus* from Bulls. *Aust. Vet. J.* 54, 262 – 263.
- Cobo, E.R., Corbeil, L.B., Gershwin, L.J., BonDurant, R.H., 2009. Preputial cellular and antibody responses of bulls vaccinated and/or challenged with *Tritrichomonas foetus*. *Vaccine* 28, 361–370.
- Cobo, E.R., Morsella, C., Cano, D., Cipolla, A., Campero, C.M., 2004. Immunization in heifers with dual vaccines containing *Tritrichomonas foetus* and *Campylobacter fetus* antigens using systemic and mucosal routes. *Theriogenology* 62, 1367–1382.
- Collantes-Fernandez, E., Mendoza-Ibarra, J.A., Pedraza-Diaz, S., Rojo-Montejo, S., Navarro-Lozano, V., Sanchez-Sanchez, R., Ruiz-Santa-Quiteria, J.A. Ortega-Mora, L.M., Osoro, K., 2014. Efficacy of a control program for bovine trichomonosis based on testing and culling infected bulls in beef cattle managed under mountain pastoral systems of Northern Spain. *The Vet J.* 200, 140–145.

- Corbeil, L.B., Campero, C.M., Rhyan, J.C., BonDurant, R.H., 2003. Vaccines against sexually transmitted diseases. *Reprod. Biol. Endocrinol.* 1, 118.
- Corbeil, L.B., Schurig, G.G.O., Duncan, J.R. Wilkie, B.N., Winter, A.J. 1981. *The Ruminant Immune System*, New York, Plenum Press, p. 729.
- Cowie, C.E., Marreos, N., Gortázar, C., Jaroso, R., White, P.C.L., Balseiro, A., 2014. Shared risk factors for multiple livestock diseases: A case study of bovine tuberculosis and brucellosis. *Res Vet. Sci.* 97, 491-497.
- CREA, 2017. Acerca de ganadería [On line]. Disponible: en <http://www.crea.org.ar:8080/index.php/investigacion/ganaderia/1122-acerca-de-ganaderia> (acceso 19.09.2018).
- Chadsuthi, S., Modchang, C., Lenbury, Y., Iamsirithaworn, S., Triampo, W., 2012. Modeling seasonal leptospirosis transmission and its association with rainfall and temperatura in Thailand using time-series and ARIMAX analyses. *Asian Pacific J. Trop. Med.* 5, 539–546.
- DGEC, 2012. Producción Ganadera de la provincia de La Pampa [on line]. Disponible en: <http://www.estadisticalapampa.gov.ar/index.php?option=comcontent&task=blogsection&id=9&Itemid=43> (acceso: 12.04.12).
- Diggle, P. 1990. *Time Series: A Biostatistical Introduction*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- DINREP, 2016. Dirección Nacional de Relaciones Económicas con las Provincias [on line]. Disponible en: http://www2.mecon.gov.ar/hacienda/dinrep/Informes/archivos/la_pampa.pdf (acceso: 30.03.16).
- Disp. 490/2014. Min. Prod. Disposición N° 490/2014, COPROSA, Ministerio de la Producción, Gobierno de La Pampa.
- Dohoo, I.R., Martin, W., Stryhn, H., 2003. *Veterinary Epidemiologic Research*, 1st ed. AVC Inc., Charlottetown, Prince Edward Island, pp. 36–37.
- Dufty, J.H., 1967. Diagnosis of vibriosis in the bull. *Aust. Vet. J.* 43, 433–437.

- Eaglesome, M.D., Garcia, M.M., 1992. Microbial agents associated with bovine genital tract infections and semen. Part 1. *Brucella abortus*, *Leptospira*, *Campylobacter fetus* and *Tritrichomonas foetus*. Vet. Bull. 62, 743–775.
- Elliot, P., Wartenberg, D., 2004. Spatial epidemiology: current approaches and future challenges. Environ. Health Perspect. 112, 998–1006.
- Ellis-Iversen, J., Cook, A.J.C., Watson, E., Nielen, M., Larkin, L., Wooldridge, M., Hogeveen, H., 2010. Perceptions, circumstances and motivators that influence implementation of zoonotic control programs on cattle farms. Prev. Vet. Med. 93, 276-298.
- Erasmus, J.A., De Wet, J.A.L., Van der Merwe, H.E., Pienaar, G.C.J., 1989. Bovine trichomoniasis in the north western Cape Province, western Transvaal and the Orange Free State. J. South Afr. Vet. Assoc. 60, 51–52.
- Faruk, D.Ö., 2010. A hybrid neural network and ARIMA model for water quality time series prediction. Eng. App. Artif. Intel. 23(4), 586–94.
- Ferreira, J.F., Pellegrin, A.O., Fóscolo, C.B., Machado, R.P., Miranda, K.L., Lage, A.P., 2002. Evaluation of direct fluorescent antibody test for the diagnosis of bovine genital campylobacteriosis. Rev. Latinoam. Microbiol. 44, 118 – 123.
- Florent, A., 1959. Les deux vibriosis génitales; la vibriose due à *V. fetus venerealis* et la vibriose d'origine intestinale due à *V. fetus intestinalis*. Meded. Veeartsenijsch. Rijksuniv. Gent. 3, 1–60.
- Fong, P. W.; Li, W. K., 2003. On time series with randomized unit root and randomized seasonal unit root. Comp. Stat. & Data Anal. 43(3), 369–95.
- Fort, M., Baldone, V., Fuchs, L., Gimenez, H., Benini, A., Miranda, A., Otermin, H., Sago, A., Carné, L., Schmidt, E., Moralejo, R., 2007. Prevalencia a enfermedades venéreas en toros de tres departamentos de la provincia de La Pampa. Año 2006 – Programa de Control. 17 Reunión Científica Técnica de la Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorios de Diagnóstico. Santa Fe, 28-31 de octubre, 2008.
- Galbraith, J., Zinde-Walsh, V., 1999. On the distributions of Augmented Dickey–Fuller statistics in processes with moving average components. J. Econ. 93(1), 25–47.

- Gay, J.M., Ebel, E.D., Kearley, W.P., 1996. Commingled grazing as a risk factor for trichomonosis in beef herds. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 209, 643–646.
- Ho, S.L., Xie, M., Goh, T.N., 2002. A comparative study of neural network and Box-Jenkins ARIMA modeling in time series prediction. *Comp. & Ind. Engin.* 42(2), 371–375.
- Hum, S., 1987. Bovine abortion due to *Campylobacter fetus*. *Aust. Vet. J.* 64, 319–320.
- Hussain, M.H., Ward, M.P., Body, M., Rawahi, A.A., Wadir, A.A., Al-Habsi, S., Saquib, M., Ahmed, M.S., Almaawali, M.G., 2013. Spatio-temporal pattern of sylvatic rabies in the Sultanate of Oman, 2006–2010. *Prev. Vet. Med.* 110, 281–289.
- Imai, C., Armstrong, B., Chabali, Z., Mangtani, P., Hashizume, M., 2015. Time series regression model for infectious disease and weather. *Environ. Res.* 142: 319–327.
- INDEC, 2012. Censo Nacional Agropecuario 2001 [on line]. Disponible en: http://www.indec.gov.ar/agropecuario/cna_principal.asp (acceso: 12.04.12).
- INDEC, 2017. Censo Nacional Agropecuario 2010 [on line]. Disponible en: https://www.indec.gov.ar/nivel4_default.asp?id_tema_1=2&id_tema_2=41&id_tema_3=135 (acceso: 06.09.18).
- Irons, P.C., Henton, M.M., Bertschinger, H.J., 2002. Collection of preputial material by scraping and aspiration for the diagnosis of *Tritrichomonas foetus* in bulls. *J.S. Afr. Vet. Assoc.* 73, 66–69.
- Jiménez, D.F., Perez, A.M., Carpenter, T.E., Martinez, A., 2011. Factors associated with infection by *Campylobacter fetus* in beef herds in the Province of Buenos Aires, Argentina. *Prev. Vet. Med.* 101, 157–162.
- Kazembe, L., Muula, A.S., Simoonga, C., 2009. Joint spatial modelling of common morbidities of childhood fever and diarrhoea in Malawi. *Health Place* 15, 165–172.
- Knorr–Held, L., Best, N.G., 2001. A shared component model for detecting joint and selective clustering of two diseases. *J.R. Stat. Soc. A* 164, 73–85.
- Koehler, A. B.; Murphree, E. S., 1988. A comparison of the Akaike and Schwarz criteria for selecting model order. *Applied Statistics* 37, 187–95.

- Kulldorff, M., 1997. A spatial scan statistic. *Commun. Stat.: Theory Methods* 26, 1481–1496.
- Kulldorff, M., 2010. SatScan User Guide for version 9.0 [on line]. Disponible en: <http://www.satscan.org/> (Acceso: 12.04.12).
- Lee, H.S., Her, M., Levine, M., Moore, G.E., 2013. Time series analysis of human and bovine brucellosis in South Korea from 2005 to 2010. *Prev. Vet. Med.* 110, 190–197.
- Li, X., Hongzhuan, T., Huang, X., Zhou, S., Hua, S., Wang, X., Xu, X., Liu, Q., Wend, S.W., 2016. Similarities and differences between the risk factors for gestational hypertension and preeclampsia: A population based cohort study in south China. *Pregnancy Hypertens*, 6, 66-71.
- Lopez-Lozano, J.M., Monnet, D.L., Yagüe, A., Burgos, A., Gonzalo, N., Campillos P, Saez, M., 2000. Modelling and forecasting antimicrobial resistance and its dynamic relationship to antimicrobial use: a time series analysis. *Int. J. Antimicrob. Agents* 14, 21–31.
- Luz, P.M., Mendes, B.V.M., Codeao, C.T., Struchiner, C.J., Galvani, A.P., 2008. Time series analysis of dengue incidence in Rio de Janeiro, Brazil. *American Journal of Tropical Medicine Hygiene* 79, 933-939.
- Mai, H.M., Irons, P.C., Kabir, J., Thompson, P.N., 2013a. Herd-level risk factors for *Campylobacter fetus* infection, *Brucella* seropositivity and within – herd seroprevalence of brucellosis in cattle in northern Nigeria. *Prev. Vet. Med.* 111, 256–267.
- Mai, H.M., Irons, P.C., Kabir, J., Thompson, P.N., 2013b. Prevalence of bovine genital campylobacteriosis and trichomonosis of bulls in northern Nigeria. *Acta Veterinaria Scandinavica* 55, 56.
- Mancebo, O.A., Russo, A.M., Carabajal, L.L., Monzon, C.M., 1995. Persistence of *Tritrichomonas foetus* in naturally infected cows and heifers in Argentina. *Vet. Parasitol.* 59, 7–11.
- Marcellino, R.B., Morsella, C.G., Cano, D., Paolicchi, F.A., 2015. Eficiencia del cultivo bacteriológico y de la inmunofluorescencia en la detección de *Campylobacter fetus* en fluidos genitales bovinos. *Rev. Argent. Microbiol.* 47, 183–189.

- Mardones, F.O., Perez, A.M., Martínez, A., Carpenter, T.E., 2008. Risk factors associated with *Tritrichomonas foetus* infection in beef herds in the Province of Buenos Aires. Argent. Vet. Parasitol. 153, 231–237.
- McCool, C.J., Townsend, M.P., Wolfe, S.G., Simpson, M.A., Olm, T.C., Jayawardhana, G.A., Carney, J.V., 1988. Prevalence of bovine venereal disease in the Victoria River district of the northern territory: Likely economic effects and practical control measures. Aust. Vet. J. 65, 153–156.
- McMillen, L., Lew, A.E., 2006. Improved detection of *Tritrichomonas foetus* in bovine diagnostic specimens using a novel probe-based real time PCR assay. Vet. Parasitol. 141, 204–215.
- Medina, D.C., Findley, S.E., Doumbia, S., 2008. State–space forecasting of *Schistosoma haematobium* time-series in Niono, Mali. PLoS Neglected Tropical Diseases 2, 1–12.
- Mendoza–Ibarra, J.A., Pedraza–Díaz, S., García–Pena, F.J., Rojo–Montejo, S., Ruíz–Santa–Quiteria, J.A., San Miguel–Ibáñez, E., Navarro–Lozano, V., Ortega–Mora, L.M., Osoro, K., Collantes–Fernandez, E., 2011. High prevalence of *Tritrichomonas foetus* infection in Asturiana de la Montaña beef cattle kept in extensive conditions in Northern Spain. The Vet. J. 193, 146–151.
- Michi, A.N., Favetto, P.H., Kastelic, J., Cobo E.R. 2016. A review of sexually transmitted bovine trichomoniasis and campylobacteriosis affecting cattle reproductive health. Theriogenology 85, 781–791.
- Minagri, 2013. Datos abiertos agroindustria. Disponible en: <https://www.agroindustria.gob.ar/datosabiertos/> (acceso: 09.09.2018).
- Molina, L., Perea, J., Meglia, G., Angon, E., Garcia, A., 2013. Spatial and temporal epidemiology of bovine trichomoniasis and bovine genital campylobacteriosis in La Pampa province (Argentina). Prev. Vet. Med. 110, 388–94.
- Moller, B., Fekjaer, H., Hakulinen, T., Tryggvadottir, L., Storm, H.H., Talback, M., Haldoresen, T., 2002. Prediction of cancer incidence in the Nordic countries up to the year 2020. European Journal of Cancer Prevention 11(Suppl 1), S1–96.

- Monke, H.J., Love, B.C., Wittum, T.E., Monke, D.R., Byrum, B.A., 2002. Effect of transport enrichment medium, transport time, and growth medium on the detection of *Campylobacter fetus* subsp. *Venerealis*. *J. Vet. Diag. Invest.* 14, 35 – 39.
- Mshelia, G.D., Amin, J.D., Woldehiwet, Z., Murray, R.D., Egwu, G.O., 2010. Epidemiology of bovine venereal campylobacteriosis: Geographic distribution and recent advances in molecular diagnostic techniques. *Reprod. Domest. Anim.* 45, 221–230.
- Mubamba, C., Ramsay, G., Abolnik, C., Dautu, G., Gummow, B., 2016. A retrospective study and predictive modelling of Newcastle Disease trends among rural poultry of eastern Zambia. *Prev. Vet. Med.* 133, 97–107.
- Mukhufhi, N., Irons, P.C., Michel, A., Peta, F., 2003. Evaluation of a PCR test for the diagnosis of *Tritrichomonas foetus* infection in bulls: effects of sample collection method, storage and transport medium on the test. *Theriogenology* 60, 1269–1278.
- OIE, 2018. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals 2018. Chapter 2.4.16. Trichomonosis. World Organization for Animal Health. p. 5. Disponible en: http://www.oie.int/fileadmin/Home/fr/Health_standards/tahm/2.04.16_TRICHOMONOSIS.pdf (acceso: 19.07.18).
- Okafor, C.C., Strickland, L.G., Jones, B.M., Kania, S., Anderson, D.E., Whitlock, B.K., 2017. Prevalence of *Tritrichomonas foetus* in tennessee bulls. *Vet. Parasitol.* 243, 169–175.
- Ondrak, J.D., 2016. *Tritrichomonas foetus* prevention and control in cattle. *Vet. Clin. North Am. Food. Anim. Pract.* 32, 411–423.
- Pamio, J., 2000. Bases para una producción pecuaria. Monografía IV. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Colección: Producción y Gestión de la empresa ganadera. España.
- Parker, S., Campbell, J., Gajadhar, A., 2003. Comparison of the diagnostic sensitivity of a commercially available culture kit and a diagnostic culture test using diamond's media for diagnosing *Tritrichomonas foetus* in bulls. *J. Vet. Diagn. Invest.* 15, 460–465.

- Pefanis, S.M., Herr, S., Venter, C.G., Kruger, L.P., Queiroga, C.C., Amaral, L., 1988. Trichomoniasis and campylobacteriosis in bulls in the Republic of Transkei. *Journal of the South African Veterinary Association* 59, 139–140.
- Perez, A., Cobo, E., Martínez, A., Campero, C., Späth, E., 2006. Bayesian estimation of *Tritrichomonas foetus* diagnostic test sensitivity and specificity in range beef bulls. *Vet. Parasitol.* 142, 159–162.
- Perez, A.M., Martinez, A.H., Cordeviola, J.M., Fiscalini, B., Bardón, J.C., Combessies, G., Nosedá, R.P., Spath, E.J., 2005. Factores de riesgo y distribución espacial de trichomoniasis bovina en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Congress of the World Association of Veterinarians of Laboratory of Diagnostic, Montevideo, Uruguay.
- Rae, D. O., Chenoweth, P.J., Genho, P.C., McIntosh, A.D., Crosby, C.E., Moore, S.A., 1999. Prevalence of *Tritrichomonas foetus* in a bull population and effect on production in a large cow-calf enterprise. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 214, 1051–1055.
- Rae, D.O., 1989. Impact of trichomoniasis on the cow – calf producer’s profitability. *J. Am. Vet. Med. Ass.* 194, 771–775.
- Rae, D.O., Crews, J.E., Greiner, E.C., Donovan, G.A., 2004. Epidemiology of *Tritrichomonas foetus* in beef bull populations in Florida. *Theriogenology* 61, 605–618.
- Repiso, M.V., Gil, A., Bañales, P., D’Anatro, N., Fernández, L., Guarino, H., Herrera, B., Núñez, A., Olivera, M., Osawa, T., Silva, M., 2005. Prevalencia de las principales enfermedades infecciosas que afectan el comportamiento reproductivo en la ganadería de carne y caracterización de los establecimientos de cría del Uruguay. *Veterinaria, (Montevideo)*. 40(157): 5-28.
- Res. 358/2008 SENASA. Se reconoce el “Programa de Control y Erradicación de las Enfermedades venéreas en Bovinos de la Provincia de La Pampa” [on line]. Disponible en: <http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=1334&ino=1334&io=7938> (acceso: 12.04.12).

- Riedmüller, L., 1928. Ueber die morphologie, uebertragungsversuche und klinische bedeutung der beim sporadischen abortus des rindes vorkommenden Trichomonaden. Zentralbl. Bakteriologie. I. Abt. Orig. 108, 103 – 118.
- Rojas, M., Vázquez, P., Verdier, M., Campero, C., 2011. Distribución de las enfermedades de transmisión sexual del partido de Rauch, prov. Buenos Aires Vet. Argent. 28, 1–12.
- Rojo Montejó, S., Sánchez Sánchez, R., Ortega Mora, L.M., Osoro Otaduy, K., Collantes – Fernández, E., 2014. Prevalencia de la tricomonosis bovina en las razas Asturiana de la Montaña y Asturiana de los Valles. Tecnología Agroalimentaria. 13, 45 – 48.
- Ryley, D.E., Wagner, B., Polley, L.T., Krieger, J.N., 1995. PCR-Based study of conserved and variable DNA sequences of *Tritrichomonas foetus* isolated from Saskatchewan, Canada. Journal of Clinical Microbiology 33, 1308-1313.
- Sebastiani, P., Mandl, K.D., Szolovits, P., Kohane, I.S., Ramoni, M.F.A., 2006. Bayesian dynamic model for influenza surveillance'. Statistics in Medicine 25, 1803–1825.
- SENASA, 2012. Programas DNSA [on line]. Disponible en: http://www.senasa.gov.ar/seccion_res.php?in=259&titulo=Programas%20DNSA (acceso: 12.04.12).
- SENASA, 2013. Indicadores bovinos [on line]. Disponible en: <http://www.senasa.gov.ar/cadena-animal/bovinos-y-bubalinos/informacion> (acceso: 09.09.2018).
- SENASA, 2017. Indicadores ganaderos. Existencias bovinas por categoría y departamento 2017 [on line]. Disponible en: <http://www.senasa.gov.ar/cadena-animal/bovinos-y-bubalinos/informacion/informes-y-estadisticas> (acceso: 13.07.2017).
- Silva, A.E.P., Freitas, C.C., Dutra, L.V., Molento, M.B., 2016. Assessing the risk of bovine fasciolosis using linear regression analysis for the state of Rio Grande do Sul, Brazil. Vet. Parasitol. 217, 7–13.
- Skirrow, S.Z., BonDurant, R.H., 1988. Bovine trichomoniasis. Vet. Bull. 58, 591–603.
- Soebiyanto, R.P., Adimi, F., Kiang, R.K., 2010. Modeling and predicting seasonal influenza transmission in warm regions using climatological parameters. PLoS One 5, e9450.

- Souza, D.L.B., Bernal, M.M., 2012. Incidencia, prevalencia y mortalidad del cáncer renal en España: estimaciones y proyecciones para el periodo 1998-2022. *Actas Urológicas Españolas* 36(9), 521-526.
- Speer, C.A., White, M.W., 1991. Bovine trichomoniasis. *Large Anim. Vet.* 46, 18–20.
- Suárez, V.H., Miranda, A.O., Arenas, S.M., Schmidt, E.E., Lambert, J., Schieda, A., Felice, G., Imas, D., Sola, E., Pepa, H., Bugnone, V., Calandri, H., Lordi, L.V., 2008. Prevalencia de patologías e incidencia de la sanidad en los sistemas bovinos en el este de la provincia de La Pampa, Argentina. *Revista Veterinaria Argentina* 25, 258-280.
- Swai, E.S., Hulsebosch, J., Van der Heijden, W., 2005. Prevalence of genital campylobacteriosis and trichomonosis in crossbred breeding bulls kept on zero-grazed smallholder dairy farms in the Tanga region of Tanzania. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 76, 224–227.
- Szonyi, B., Srinath, I., Schwartz, A., Clavijo, A., Ivanek, R., 2012. Spatio-temporal epidemiology of *Tritrichomonas foetus* infection in Texas bulls based on state – wide diagnostic laboratory data. *Vet. Par.* 186, 450 – 455.
- Taylor, M.A., Marshall, R.N., Stack, M., 1994. Morphological differentiation of *Tritrichomonas foetus* from other protozoa of the bovine reproductive tract. *British Veterinary Journal* 150, 73–80.
- Tedesco, L.F., Errico, F., Del Baglivi, P.L., 1977. Comparison of three sampling methods for the diagnosis of genital vibriosis in the bull. *Aust. Vet. J.* 53, 470 – 472.
- Terzolo, H.R., Argento, E., Catena, M.C., Cipolla, A.L., Martinez, A.H., Tejada, G., Villa, C., Betancor, R., Campero, C.M., Cordeviola, J.M., Pasini, M.I., 1992. Procedimientos de laboratorio para el diagnóstico de la Campylobacteriosis y Trichomoniasis genital bovina. In: Comisión Científica Permanente de Enfermedades Venéreas de los Bovinos, INTA – Balcarce, pp. 1–33.
- Tiao, G.C., Box, G.E.P., 1981. Modeling multiple time series with applications. *Journal of the American Statistical Association* 76(376), 802–16.

- Unkel, S., Farrington, C.P., Garthwaite, P.H., Robertson, C., Andrews, N., 2012. Statistical methods for the prospective detection of infectious disease outbreaks: A review. *J. R. Stat. Soc. Ser. A Stat. Soc.* 175, 49–82.
- Venables, W.N., Ripley, B.D., 2002. *Modern Applied Statistics with S*. Fourth Edition. Springer, New York.
- Villarroel, A., Carpenter, T.E., BonDurant, R.H., 2004. Development of a simulation model to evaluate the effect of vaccination against *Tritrichomonas foetus* on reproductive efficiency in beef herds. *Am. J. Vet. Res.* 65, 770–775.
- Wangdi, K., Singhasivanon, P., Silawan, T., Lawpoolsri, S., White, N.J., Kaewkungwal, J., 2010. Development of temporal modelling for forecasting and prediction of malaria infections using time-series and ARIMAX analyses: a case study in endemic districts of Bhutan. *Malaria Journal* 9, 251.
- Wu, P.C., Guo, H.R., Lung, S.C., Lin, C.Y., Su, H.J., 2007. Weather as an effective predictor for occurrence of dengue fever in Taiwan. *Acta. Trop.* 103, 50–57.
- Yang, N., Cui, X., Qian, W., Yu, S., Liu, Q., 2012. Survey of nine abortifacient infectious agents in aborted bovine fetuses from dairy farms in Beijing, China, by PCR. *Acta Veterinaria Hungarica* 60, 83–92.
- Yao, C., 2013. ¿Diagnosis of *Tritrichomonas foetus*-infected bulls, an ultimate approach to eradicate bovine trichomoniasis in US cattle? *J. Med. Microb.* 62, 1 – 9.
- Yao, C., Bardsley, K.D., Litzman, E.A., Hall, M.L., Davidson, M.R., 2011. *Tritrichomonas foetus* infection in beef bull populations in Wyoming. *Journal of Bacteriology and Parasitology* 2, 117.
- Zhang, X., Liu, Y., Yang, M., Zhang, T., Young, A.A., Li, X., 2013. Comparative Study of Four Time Series Methods in Forecasting Typhoid Fever Incidence in China. *PLoS ONE* 8(5), e63116.
- Zhang, X., Zhang, T., Pei, J., Liu, Y., Li, X., Medrano-Gracia, P., 2016. Time Series Modelling of Syphilis Incidence in China from 2005 to 2012. *PLoS ONE* 11(2), e0149401.

Zhang, X., Zhang, T., Young, A.A., Li, X., 2014. Applications and Comparisons of Four Time Series Models in Epidemiological Surveillance Data. PLoS ONE 9(2), e88075.

VI. RESUMEN

VI. RESUMEN

VI.1. RESUMEN

Las enfermedades venéreas tricomoniasis bovina (BT) y campilobacteriosis genital bovina (BGC) causan pérdidas económicas en áreas endémicas, como en la provincia de La Pampa en Argentina, donde la producción bovina es típicamente extensiva. Este estudio ha utilizado los datos compilados de 2007 a 2014 por el programa provincial de control y erradicación de enfermedades venéreas (PCE), con el objetivo de alcanzar una mejor comprensión de la epidemiología de ambas enfermedades y, en consecuencia, mejorar la eficiencia de las medidas de intervención.

Mediante técnicas de análisis espacial se identificaron en 2010 en el suroeste de la provincia dos clústeres espaciales de alto riesgo, uno elíptico para la infección por *C. fetus* y otro circular para la infección por *T. foetus*. Ambas áreas se solapan en el sur de la provincia, delimitando un área de alto riesgo para ambas enfermedades.

Se utilizaron catorce modelos univariantes para ajustar las series anuales de prevalencia, incidencia y persistencia de BT y BGC, y proporcionar proyecciones hasta 2020. El PCE ha sido efectivo para reducir la prevalencia y la incidencia de ambas enfermedades. La persistencia de BT no se ajustó a ningún modelo, y la persistencia de BGC mostró una tendencia constante. Los modelos muestran una tendencia decreciente para la prevalencia y la incidencia de ambas enfermedades, aunque no son suficientemente precisos para predecir las tasas epidemiológicas futuras.

Mediante métodos de descomposición estacional y modelos autorregresivos integrados de media móvil (ARIMA) se analizaron las series mensuales de prevalencia y persistencia, y su asociación con las entradas ganaderas y el calendario de muestro (ARIMAX). Los modelos ARIMA y ARIMAX fueron una herramienta efectiva para modelizar la prevalencia histórica y futura de ambas enfermedades; aunque los modelos ARIMAX mostraron un rendimiento superior. Ambas enfermedades son estacionales y sincrónicas, con tasas de detección superiores en otoño – invierno que en primavera – verano. Esto se relaciona principalmente con el protocolo de diagnóstico y el calendario de muestreo.

Se aplicó un diseño de casos y controles mediante una encuesta poblacional que se analizó mediante modelos de regresión logística multivariante para identificar factores de riesgo específicos y compartidos por BT y BGC. Los factores de riesgo compartidos por ambas enfermedades fueron el número de toros y la presencia en el año anterior de cada enfermedad. Los factores de riesgo específicos fueron la práctica de servicio continuo para BT, y el estado inadecuado del vallado perimetral para BGC.

Los resultados proporcionan información relevante para evaluar el funcionamiento del PCE y establecer prioridades de mejora. El esquema de “diagnóstico y sacrificio” ha sido efectivo para reducir las tasas de ocurrencia de *T. foetus* y *C. fetus*; sin embargo, es improbable que los niveles de infección sigan disminuyendo sin introducir cambios que mejoren su rendimiento. Por una parte, el calendario de muestreo y los protocolos de diagnóstico limitan la sensibilidad de las técnicas de diagnóstico. Las prioridades en este sentido son: ajustar el calendario de muestreo para evitar que toros positivos entren en servicio, y adoptar técnicas de diagnóstico basadas en PCR. Por otra parte, existen factores de riesgo inherentes a los rebaños que limitan el rendimiento del PCE. Las prioridades en este sentido son: reforzar las medidas preventivas y de control en el área de alto riesgo identificada en sur de La Pampa, en los rebaños de gran tamaño y en los rebaños persistentes. La separación estacional de toros y vacas puede reducir la infección por *T. foetus*, y un mejor control sobre el contacto entre rebaños puede conducir a una reducción de la infección por *C. fetus*.

VI.2. ABSTRACT

The venereal diseases bovine trichomoniasis (BT) and bovine genital campylobacteriosis (BGC) cause economic losses in endemic areas like La Pampa province in Argentina, where beef cattle are usually managed extensively. This study has used data compiled from 2007 to 2014 by the provincial program for the control and eradication of venereal diseases (PCE), in order to achieve a better understanding of the epidemiology of both diseases and, consequently, to improve efficiency of the intervention measures.

Using spatial analysis techniques, two high-risk spatial clusters have been identified in the southeast of the Province: an elliptical cluster for the infection by *C. fetus* and a circular cluster for the infection by *T. foetus*. Both areas are overlapped in the south of the province, defining an area of high risk for the two diseases.

Fourteen univariate models were used to adjust the annual series of prevalence, incidence and persistence of BT and BGC, and to provide projections until 2020. PCE has been effective to reduce prevalence and incidence of both diseases. Persistence of BT did not adjust to any model, and persistence of BGC showed a continuing trend. Models show a decreasing trend for the prevalence and incidence of both diseases, although they are not precise enough to predict future epidemiological rates.

Seasonal decomposition methods and autoregressive integrated moving average models (ARIMA) were used to analyze monthly series of prevalence and persistence, and their association with farm inputs and sampling schedules (ARIMAX). ARIMA and ARIMAX models were an effective tool to model the historical and future prevalence of both diseases, although ARIMAX models showed a high performance. Both diseases are seasonal and synchronic, with higher detection rates in autumn-winter than in spring-summer. This is mainly related to the diagnostic protocol used and the sampling schedule.

A case-control design was implemented through a population survey that was analyzed using multivariate logistic regression to identify specific and shared risk factors by BT and BGC. Risk factors shared by both diseases included the number of bulls and presence of each disease in the previous year. Specific risk factors included continuous breeding season for BT, and inadequate conditions of the fences for BGC.

Results provide information to evaluate performance of PCE and to establish priorities for improvement. The “test and slaughter” scheme has been effective for reducing the occurrence rates of *T. foetus* y *C. fetus*; however, it’s unlikely that infection levels continue to diminish without making changes to improve efficiency. On one side, the sampling schedule and diagnostic protocols limit the sensibility of diagnostic techniques. Priorities for this matter include: adjusting the sampling schedule to avoid positive bulls to enter breeding, and to adopt new diagnostic tools base don PCR. On the other hand, there are risk factors inherent to the herds that limit the performance of PCE. Priorities in this sense include: strengthening measures of prevention and control in the high risk area identified in the south of La Pampa, in large herds and in persistence herds. Seasonal separation of bulls and cows can reduce the infection by *T. foetus*, and a better control of contact between herds can lead to a reduction of the infection by *C. fetus*.

ANEXOS

ANEXO 1

Programa de Control y Erradicación de las Enfermedades venéreas en Bovinos de la Provincia de La Pampa. (RESOLUCIÓN SENASA 358/2008)

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

Resolución Nº 358/2008

Buenos Aires, 15 de Mayo de 2008.

VISTO:

El Expediente Nº S01:0098182/2007 del Registro del MINISTERIO DE ECONOMIA Y PRODUCCION, las Leyes Nros. 3959 y 23.899, el Decreto Nº 374 del 8 de marzo de 2007 de la Provincia de LA PAMPA, el Acta de la Comisión Provincial de Sanidad Animal (COPROSA) de la Provincia de LA PAMPA de fecha 28 de febrero de 2008, la Resolución Nº 422 del 20 de agosto de 2003 del SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA, y

CONSIDERANDO:

Que mediante el Decreto Nº 374 del 8 de marzo de 2007 de la Provincia de LA PAMPA, se aprobó el “Programa de Control y Erradicación de las Enfermedades venéreas en Bovinos de la Provincia de LA PAMPA”.

Que el Artículo 2º de dicho Decreto, dispone solicitar al SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA la aprobación del citado programa y que el Organismo referido ejerza la facultad de imposición de restricción de movimientos de ganado bovino de todas las categorías, en caso de verificarse el incumplimiento de los trabajos de revisión de toros, de acuerdo al cronograma de trabajo previsto en el Programa.

Que la Comisión Provincial de Sanidad Animal (COPROSA) de la Provincia de LA PAMPA, constituida a partir de lo dispuesto en la Ley Nº 23.899, y de la cual el SENASA forma parte, aprobó el “Programa de Control y Erradicación de las Enfermedades venéreas en Bovinos de la Provincia de LA PAMPA”.

Que el Artículo 1º de la Ley Nº 3959, promueve el perfeccionamiento de los sistemas de prevención, control y erradicación de las enfermedades de los animales y establece que la acción contra las epizootias ya existentes en el país, se hará efectiva por el Poder Ejecutivo y por los medios que dicha ley señala.

Que el inciso 4º de dicho artículo establece que los gobiernos provinciales podrán solicitar la colaboración del PODER EJECUTIVO NACIONAL para llevar a cabo las acciones en defensa del ganado.

Que el Artículo 2º del Decreto Nacional Nº 1585 del 19 de diciembre de 1996, dispone que el SENASA tendrá la responsabilidad de ejecutar las políticas nacionales en materia de sanidad y calidad animal y vegetal.

Que la Resolución Nº 422 del 20 de agosto de 2003 del SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA, establece que las vibriosis y tricomoniasis son enfermedades de denuncia obligatoria de acuerdo a lo establecido en el Artículo 6º de dicha norma.

Que en fecha 31 de agosto de 1981, la Provincia de LA PAMPA y el SENASA suscribieron un convenio donde se establecieron las bases de colaboración en las luchas sanitarias ganaderas y se estableció que una de las funciones de la Comisión Regional de Sanidad Animal consistirá en promover ante las autoridades provinciales, el dictado de la legislación complementaria de normas nacionales que sean necesarias a efectos de poner en práctica las medidas y los programas sanitarios elaborados por la Provincia.

Que el día 28 de febrero de 2008 se ha reunido la Comisión Provincial de Sanidad Animal (COPROSA) de la Provincia de LA PAMPA, definiendo la incorporación de los Anexos del Programa de que se trata.

Que la Dirección Nacional de Sanidad Animal de este Servicio Nacional, a través de los informes producidos por sus Direcciones de Luchas Sanitarias y de Epidemiología, se ha expedido sobre la conveniencia de reconocer el programa aprobado por el Decreto de la Provincia de LA PAMPA e intervenir en su ejecución conforme lo establecido en el mismo.

Que la Dirección de Asuntos Jurídicos ha tomado la intervención que le compete.

Que el suscripto es competente para resolver en esta instancia conforme las facultades conferidas por los artículos 8º, inciso h) y 9º, inciso a) del Decreto Nº 1585 de fecha 19 de diciembre de 1996, sustituido por su similar Nº 680 del 1º de septiembre de 2003.

Por ello,

EL VICEPRESIDENTE EJECUTIVO DEL SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

RESUELVE:

Artículo 1º — Reconócese el “Programa de Control y Erradicación de las Enfermedades venéreas en Bovinos de la Provincia de LA PAMPA”, que como Anexo I, en copia autenticada y con VEINTINUEVE (29) fojas, forma parte de la presente resolución y que fuera aprobado por el Decreto de la Provincia de LA PAMPA Nº 374 del 8 de marzo de 2007.

Art. 2º — Apruébase el Acta de la Comisión Provincial de Sanidad Animal (COPROSA) de la Provincia de LA PAMPA de fecha 28 de febrero de 2008, cuyo texto y sus SEIS (6) Anexos en copia autenticada, forman parte integrante de la presente resolución como Anexo II.

Art. 3º — El SENASA está facultado para ejecutar todas las acciones de policía sanitaria dispuestas en el Artículo 14 de la Ley Nº 3959, así como aquellas contempladas en el resto de la normativa sanitaria, que resulten necesarias para la ejecución del programa reconocido en el Artículo 1º y lo estatuido en el Artículo 2º de la presente resolución. Dichas facultades incluyen el control de movimiento de animales bajo programa, vigilancia epidemiológica y certificación de predios libres.

Art. 4º — Comuníquese, publíquese, dése a la Dirección Nacional del Registro Oficial y archívese. — Carlos H. Casamiquela.

ANEXO I

PROGRAMA PARA EL CONTROL Y ERRADICACION DE LAS ENFERMEDADES VENEREAS EN BOVINOS DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA

PREFACIO:

La Pampa es una provincia agrícola-ganadera por excelencia, con una elevada tendencia a la ganadería, ya que dos tercios de su superficie son destinados a esta actividad con exclusividad y otro tercio es mixto, o sea que lo comparten ambas actividades.

La producción Agrícola-Ganadera participa con el 19,3% del PBI de la provincia de La Pampa y el sector pecuario participa con un 61% de ese PBI. La situación actual de precios en los cereales y en el ganado hace que haya un avance de las áreas agrícolas sobre las que tradicionalmente eran mixtas. Este aumento de las áreas agrícolas sobre las ganaderas, representa un costo provincial, en lo que se refiere al riesgo de la pérdida de fertilidad, estructura del suelo y al permanente aumento de la contaminación de los mismos con la creciente incorporación de agroquímicos, lo que atenta sobre la sustentabilidad de la producción en el futuro.

La reducción y desplazamiento del área ganadera nos obliga a incrementar la eficiencia basándose en mantener el stock ganadero y aumentar la producción lo cual podrá lograrse con un considerable aumento de la eficiencia productiva.

La Pampa se caracteriza por la existencia de una producción de tipo extractiva, por lo tanto el mejoramiento de la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría es la base de cualquier desarrollo ganadero.

LA ADOPCION TECNOLOGICA PARA MEJORAR LA PRODUCCION GANADERA

Los índices de producción actuales se encuentran por debajo de aquellos que potencialmente pueden lograrse en producciones adecuadamente gestionadas.

Sin embargo el esfuerzo realizado por las instituciones dedicadas a la transferencia de tecnología, Gobierno Provincial, INTA, Universidades, Colegios Profesionales, Asociaciones de Productores, etc., no han podido producir un cambio significativo en la adopción de tecnologías básicas.

Si analizamos el porqué de esta baja adopción tecnológica se puede asegurar que la ganadería productiva eficiente se basa fundamentalmente en tecnologías de procesos, en las cuales su generación, transferencia y capacitación resulta de una complejidad mayor que las tecnologías de insumos, razón por la que es indispensable introducir los cambios acorde a las necesidades de los productores y de la Provincia.

TRANSFORMAR UNA TECNOLOGIA DE PROCESOS A UNA DE INSUMOS

Las enfermedades venéreas afectan la productividad de los sistemas de cría debido a la prevalencia de las mismas en rodeos (superiores al 40%), lo que provoca un bajo índice de terneros logrados por vacas entoradas. La existencia de enfermedades venéreas a su vez conduce al servicio continuo y esto a la falta de adopción de otras tecnologías productivamente redituables como son el tacto rectal y el manejo forrajero del pastizal.

La implementación de un programa de control y erradicación de enfermedades venéreas transformaría a esta tecnología de proceso a una tecnología de insumo siendo también el desencadenante para la adopción de otras tecnologías como son el estacionamiento de los servicios, lo que permitirá a la vez mejorar el manejo del recurso forrajero y la adopción de otras tecnologías como son el tacto rectal y el destete anticipado.

CAPITULO I. (no exige Resolución del SENASA)

1. Descripción de la enfermedad y del agente patógeno.

1.1. Descripción de los métodos de control y erradicación

2. Situación de las enfermedades venéreas

Si bien el rodeo provincial es potencialmente fértil existen una serie de factores que disminuyen su productividad. Entre los factores que conspiran contra la eficiencia reproductiva encontramos a las enfermedades venéreas que afectan al sistema reproductivo, y que conducen a una infertilidad temporaria o definitiva. A estas enfermedades no se les presta por lo general la atención que merecen, ya que por lo común no producen mortandad de animales. Sin embargo inciden directamente sobre los porcentajes de preñez y parición, produciendo un alargamiento de los intervalos entre partos, de modo que no es posible que cada vaca produzca un ternero cada 12 meses. Entre las enfermedades que más afectan la producción de terneros se encuentran la Trichomoniasis y la Campylobacteriosis genital bovina (Enfermedades Venéreas) las que producen infertilidad temporaria y aborto esporádico en las hembras, actuando los machos como portadores de por vida de estas enfermedades (en muchas ocasiones).

Estas enfermedades actúan reduciendo la eficiencia reproductiva de los rodeos, aun en aquellos casos en que los factores genéticos, nutricionales, de manejo y demás factores sanitarios sean óptimos. Si por eficiencia reproductiva de un rodeo se entiende el logro de altos porcentajes de preñez con un mínimo de servicios por preñez y un máximo porcentaje de parición, podemos concluir terminantemente que esta meta no se logrará en presencia de cualquiera de estas dos enfermedades.

El conocimiento de la existencia de estas enfermedades y la aplicación de medidas de control ha conducido a la erradicación en muchos países del mundo. En países como el nuestro en que el servicio natural es con mucho el más usado y por otra parte la falta de una legislación adecuada en cuanto se refiere al control de las enfermedades venéreas en toros nos hace pensar en perspectivas poco alentadoras si no se toman medidas al respecto, si nos basamos en:

- a) El desconocimiento generalizado de la influencia negativa que sobre la fertilidad de los rodeos ejercen estas enfermedades.
- b) El tipo de manejo extensivo de las explotaciones de cría.
- c) La deficiente información sobre los porcentajes reales de preñez y parición existentes.
- d) La falta de legislación que evite la venta y comercialización de animales portadores.
- e) La falta de legislación que proteja a los productores que controlan las enfermedades venéreas en sus rodeos.

3.1. Las enfermedades venéreas en la Provincia de La Pampa.

En la provincia de la Pampa durante el transcurso de los años 1987/88 el INTA Anguil realizó un relevamiento tendiente a identificar los problemas de salud animal que más inciden sobre la población bovina del departamento Loventué. La necesidad de este estudio surgió como consecuencia de los bajos porcentajes de destete que existían en los rodeos de cría ubicados en el área del Caldenal. Los resultados de este trabajo indicaron que el 74% de los rodeos eran positivos a enfermedades venéreas. Es decir que 3 de cada cuatro rodeos revisados tenían toros enfermos.

Esta alta prevalencia fue asociada a una merma significativa en los porcentajes de destete logrados. Mientras los establecimientos libres de enfermedades venéreas estaban destetando un 86% de terneros, los establecimientos con diagnóstico positivo destetaban sólo un 67% promedio. Lo que implicaba por consiguiente una pérdida del orden del 19%. A esto a su vez habría que agregarle las pérdidas ocasionadas por los atrasos en la concepción, que trae aparejado un menor peso de los terneros al destete, lo que implicaría además menor cantidad de kilos por vaca destetada.

Como consecuencia de las bajas tasas de procreos obtenidos las empresas de cría se aumentaban el número de vientres en un esfuerzo para lograr mejores rentabilidades. Esto a su vez conducía a un deterioro del recurso forrajero que es limitado y escaso, ya que el mismo está dado casi exclusivamente por el pastizal natural.

3.2 El Programa Toros para el control de las enfermedades venéreas en la provincia de la Pampa

En la Pcia. de La Pampa el Programa Toros comenzó a implementarse en 1990, observando un fuerte incremento en la revisión de reproductores machos para estas enfermedades hasta el año 1995, a partir del cual se produjo una desaceleración en la adopción de esta tecnología. (Fuente: Programa Toros Estrategias para su implementación, 1995).

La evaluación del Programa permite afirmar que fue útil para:

- Instalar el tema referido a la importancia de las enfermedades venéreas en los rodeos de cría de la región del Caldenal.
- Adaptar y transferir una metodología para su diagnóstico y control.

- Demostrar las ventajas de la obtención de rodeos libres.
- Desarrollar capacidad diagnóstica en el ámbito Provincial.
- Aumentar la cantidad de toros controlados hasta aproximadamente un 20% en un período de 5 años.

En la actualidad se estima que entre un 25 al 30% de los productores efectúan anualmente el control de enfermedades venéreas en sus toros. Por consiguiente podemos afirmar que durante los años en que el programa estuvo vigente, se logró incrementar significativamente la cantidad de toros controlados, pasando de un 5% a la cifra citada. Sin embargo desde el año 1995 a la fecha la cantidad de toros controlados no aumentó significativamente. Es entonces evidente que la mayoría de los rodeos de cría de la provincia (70 al 75% restante), todavía no realiza control de enfermedades venéreas. Las causas que podemos argumentar sobre el porqué, son muy variadas: el productor no entendió las bondades en sus beneficios, falta consistencia en la difusión, el Programa Toros se fue diluyendo con el tiempo perdiéndose la dinámica que se había logrado en sus inicios, etc.

Muchas de las posibles causas han sido evaluadas en el taller realizado en el año 1995 para analizar la marcha y el futuro del programa toros, y del cual se desprende entre otros, la necesidad de la generalización y obligatoriedad del control de las enfermedades venéreas en toros.

3.3. Las Enfermedades Venéreas y la adopción de tecnología en distintos estratos de productores

Es importante destacar que la adopción de tecnología no es igual en todos los estratos de productores, como lo demuestra el estudio realizado por la AER del INTA en Victorica (ver cuadro). En el departamento Loventué, clásica zona de cría en la región del Caldenal de la Pcia. de La Pampa, realizó un intenso y continuo trabajo de transferencia en estas tecnologías durante el quinquenio 1990/1995, por lo que sí tenemos que inferir sobre la adopción en otros Departamentos, no nos equivocáramos si decimos que la adopción de esta tecnología en otros Departamentos sería inferior a la encontrada en Loventué.

Cantidad de vacas por productor	Realiza palpación rectal (%)	Controla enfermedades venéreas (%)
3. 1 – 200	4. 25	5. 6.5
6. 201 – 500	7. 37	8. 33.8
9. 501 – 1000	10. 62.5	11. 58.3
12. + de 1000	13. 87.5	14. 91.6
15. Total	16. 44.0	17. 36.8

Fuente INTA AER Victorica,1998.

Queda claro que la marcada diferencia en la adopción de tecnología entre los distintos estratos de productores tiene consecuencias importantes. En el caso particular de las enfermedades venéreas nos encontramos que ante la implementación de un programa de control voluntario tenemos que la gran mayoría de los rodeos, no controlan sus toros, manteniendo en consecuencia la enfermedad en la región, y exponiendo a los toros de productores que tratan de mantener sus rodeos libres de estas enfermedades. Es por ello que la única alternativa válida para lograr el control de estas enfermedades es un programa de carácter obligatorio. También es cierto que estas enfermedades afectan principalmente a un estrato de productores donde los bajos índices reproductivos más impactan en la rentabilidad de la empresa.

4. Caracterización regional.

4.1. Posición geográfica:

La provincia de La Pampa se encuentra ubicada en el centro del País, en una posición estratégica de excelencia para la comercialización de su producción, ya que se encuentra a 600 Km del puerto de Buenos Aires y a sólo 350 Km del de Bahía Blanca para su salida al Océano Atlántico y a 900 Km de su salida al Océano Pacífico, utilizando el fronterizo Paso Pehuenche.

La creación de una zona franca con aeropuerto internacional de cargas en la localidad de Gral. Pico, la relaciona económicamente con todo el mundo y le abre fronteras en lo que hace a importación de insumos y exportación de sus productos básicos elaborados.

4.2. Recursos Naturales:

La variedad de suelos, el clima y el régimen pluviométrico permiten disponer de una variabilidad de oferta de alimentos para el ganado, así como la introducción de especies forrajeras de alta calidad.

El régimen de lluvias favorece especialmente a la región de la estepa pampeana, que es donde se concentran la mayor cantidad de ganado de invernada posibilitando una más eficiente utilización del recurso suelo. El resto de la provincia, donde se encuentran la mayor cantidad de rodeos de cría, ofrece una oferta de pastos naturales de alta calidad pero que se encuentran sub aprovechados por un manejo inadecuado y cuya recuperación significaría ampliar su oferta y por lo tanto la de producción de carne. En general, podemos hablar de una subutilización de los recursos suelo y forraje en todo el territorio provincial, como se demuestra con los resultados obtenidos por productores que han incorporado un mínimo paquete tecnológico, lo que lo hace potencialmente capaz de aumentar significativamente la producción pecuaria sin perjudicar el sistema.

Por otra parte la no utilización de agroquímicos y la alimentación en sistemas exclusivamente pastoriles, nos permiten ofrecer cantidad y calidad de carne para el creciente mercado de los productos orgánicos.

4.3. Población bovina de La Pampa:

El stock bovino provincial se compone de la siguiente manera de acuerdo a registro del SENASA

CATEGORIA	CANTIDAD DE CABEZAS	%
Vacas	1492364	33.93
Vaquillonas	479602	10.90
Terneros	526177	11.96
Terneras	491600	11.17
Novillitos	663456	15.08
Novillos	660955	15.02
Toros	84016	1.91
TOTAL	5398172	1.00

Fuente, Senasa (2º Campaña de 2005)

4.4. Zonas ganaderas y producción:

La Pampa tiene una superficie de 14.250.000 hectáreas, de acuerdo al Registro Provincial de Producción Agropecuaria de 1994, con una superficie declarada de 9.730.227 hectáreas.

Se debe tener en cuenta que existen aproximadamente 600.000 has fiscales, superficies no utilizables, caminos, etc., la superficie declarada es del 92% y se considera adecuada a la realidad pampeana.

De acuerdo a las características ecológicas presentes, podemos dividir a la provincia en 3 regiones:

Región del Jarillal:

De la superficie declarada, aproximadamente 4.300.000 has corresponden a la región del Jarillal, conformada por los Departamentos de Chalileo, Chicalcó, Limay Mahuida, Curacó y Puelén, totalmente dedicados a la cría bovina y caprina, y ubicados al Oeste de la isoieta de los 350 mm.

Estos Departamentos poseen aproximadamente el 6% de la ganadería de la provincia, con una baja eficiencia productiva que varía desde un 45,6% para Chalileo y un 30% para Puelén.

Tomando estos dos Departamentos como representativos de la región, podemos decir que aproximadamente producen 5,6 Kg/ha y que su receptividad es de 0,04 cabezas por hectárea.

En razón de las características ecológicas de esta región la limitante productiva principal es la carencia de una oferta forrajera adecuada, la que merece un tratamiento especial teniendo en cuenta su gran fragilidad ecológica, a fin de poder conservarla produciendo, sin llegar a su degradación o desertización. Es por ello que la eficiencia productiva tiene que ser maximizada en la misma esto significa lograr la mayor cantidad de terneros con el mínimo de vacas.

Región del Caldenal:

La región del Caldenal que ocupa una superficie de aproximadamente 4.350.000 has, está comprendida entre las isoietas de los 350 y 550 mm. Tomando los departamentos de Loventué y Utracán como representativos de esta región, podemos estimar una producción de carne de 23,6 Kg/ha y una receptividad de 0,22 cabezas por has.

A pesar de ser la región más importante de cría, los índices de destete son bajos, variando entre un 55% y 72% dependiendo de los departamentos y las condiciones climáticas.

Región de la Estepa Pampeana:

En el resto de la provincia, que ocupa la región Este de la isoieta de los 550 mm, la actividad de cría comparte su superficie con la invernada y la agricultura en una superficie aproximada de 3.780.000 has.

Tomando como representativos de la región a los Departamentos de Chapaleufú y Catriló con aproximadamente una producción de carne de 145 Kg/ha y una receptividad de 0,87 cabezas por ha. Esta región es productivamente ineficiente en la cría, base inicial de la recuperación ganadera provincial, dado que los departamentos que mayor porcentaje de terneros logrados no supera el 74%.

Según la información del Registro Provincial de Producción Agropecuaria, la provincia de La Pampa produce aproximadamente 329.984 toneladas de carne en toda su superficie declarada, con una productividad por ha de 33,9 Kg y una receptividad promedio de 0,31 cabezas por ha.

4.5. LIMITANTES QUE AFECTAN EL DESARROLLO DEL SECTOR GANADERO

4.5.a. Existencia de áreas degradadas:

La utilización inadecuada de determinadas maquinarias, el monocultivo y la falta de implantación de pasturas perennes que devolvieran la estructura y fertilidad al suelo, han determinado zonas agrícolas de alarmante degradación que atentan contra la producción sostenida. Su recuperación exige un manejo adecuado y en algunos casos de muy largo plazo.

4.5.b. Escasa oferta forrajera en pastizales naturales:

Las altas cargas ganaderas, la falta de rotaciones adecuadas para un uso racional del recurso, los incendios accidentales, han atentado permanentemente tanto contra la calidad de los pastizales, como contra el estrato arbóreo. La recuperación de estos ambientes alterados, requiere un plan de manejo a largo plazo, que es posible con descansos y utilización estratégica y racional del recurso.

4.5. c. Producción de tipo extractivo:

Estas características de nuestra provincia, nos hacen perder el ciclo productivo completo: cría, recria, engorde y faena, siendo estas últimas las etapas que dan mayor valor agregado a la producción pecuaria y que deberían ser revertidas, ya que en la provincia se faena solamente el 10% de las cabezas producidas.

4.5. d. Deficientes niveles de producción:

Los índices productivos son bajos, tanto en el de terneros logrados que son del orden del 50-65%, como los de producción de carne por hectárea para las distintas zonas.

Entre las causas que afectan la productividad en la Cría Bovina se deben resaltar la:

- Incidencia de enfermedades venéreas.
- Falta de estacionalidad de los servicios.
- Escasa utilización de tecnologías básicas (Tacto rectal, destete anticipado, estacionamiento del servicio).
- Inadecuado manejo del recurso forrajero.
- Escasez de Reservas forrajeras
- Mal manejo del rodeo.
- Escasa incorporación de mejoramiento genético.

El Censo agropecuario 2002, indica que sobre 6539 explotaciones de bovinos de carne, 1727 (26%) efectúan diagnóstico de preñez (tacto rectal); 2623 (40%) practican estacionamiento de servicios,

1830 efectúan control de venéreas (28%) y 478 (7%) control de fertilidad de toros. Sólo 190 (3%) explotaciones incluyen la inseminación artificial como práctica.

4.5.e. Escaso asesoramiento técnico

De acuerdo a la información del REPAGRO sobre un total de 5796 productores sólo el 16% recibe asesoramiento privado, el 8% asesoramiento oficial y el 76% no tiene ningún tipo de asesoramiento.

En cuanto al asesoramiento técnico ocasional, sobre 5722 productores que contestaron, el 25% tienen asesoramiento privado, el 7% tiene asesoramiento oficial y el 68% no tiene asesoramiento.

4.5.f. La adopción de tecnología y su impacto.

Sin embargo, en otros sistemas productivos agropecuarios se han desarrollado importantes mejoras en los últimos años, merced a la constante incorporación de tecnología conduciendo esto a aumento significativos en los niveles de producción.

Estos cambios se observan fundamentalmente en la AGRICULTURA, que sin entrar en mayores detalles, y más allá de los problemas que presenta el sector, básicamente en su comercialización, en la última década observamos un salto productivo impactante, lo cual se ve reflejado en la obtención de cosechas récord año tras año.

Los sistemas de engorde o INVERNADA, si bien aún faltan muchos aspectos por mejorar, se observa una marcada tendencia a ajustar y mejorar sus procesos productivos transformando a los sistemas en más rentables.

La producción LACTEA se caracteriza por incorporar tecnología en forma permanente lo que se ve reflejado en los excelentes niveles de producción que se observan como así también en los importantes logros sanitarios conseguidos (Programa de Control y Erradicación de la Brucelosis Bovina).

Los sistemas productivos de CRIA BOVINA, generalmente son refractarios a la incorporación de tecnología lo que se evidencia por su baja productividad, cuyos porcentajes de destete son en general modestos y se encuentran por debajo de los registrados en el país.

Se estima que a nivel provincial la productividad de estos sistemas es del orden del 60% aproximadamente debido a las pérdidas son causadas por las enfermedades venéreas.

No resulta fácil comprender porque el sector cría presenta esta realidad desde hace mucho tiempo, y aún más si consideramos la evolución registrada en un grupo minoritario de sistemas productivos de cría, donde se logran excelentes resultados en las mismas zonas criadoras. Mientras tanto la mayoría aun presenta patrones de producción todavía muy lejanos para lograr una rentabilidad aceptable,

rentabilidad que a su vez se ha visto disminuida en los últimos años por otros factores. Para responder a la pregunta del porqué sólo un grupo minoritario logra excelentes resultados productivos, podemos enumerar razones económicas-financieras, culturales, gerenciales, etc., pero lo cierto es que distintos sectores (INTA, AACREA, etc.) han observado que entre los dos grupos EXISTE UNA FUERTE BRECHA EN LA ADOPCION DE TECNOLOGIAS DE IMPACTO.

Existen varias tecnologías de impacto, incluso de bajo costo que a pesar de ello no se aplican (Ej.: estacionamiento del servicio).

La Pcia. de La Pampa no es ajena a esta situación. Además, si consideramos que aproximadamente el 61% del complejo agrícola-ganadero pertenece al sector GANADERIA, donde el subsector CRIA ocupa un lugar primordial, es más que evidente que, convivir con bajos índices productivos impacta fuertemente en las economías regionales y consecuentemente en la economía Provincial.

5. Exigencias OIE

TRICOMONOSIS

Artículo 2.3.6.1.

Las normas para las pruebas de diagnóstico están descritas en el Manual Terrestre.

Artículo 2.3.6.2.

Las Administraciones Veterinarias de los países importadores deberán exigir:

para los bovinos destinados a la reproducción

la presentación de un certificado veterinario internacional en el que conste que:

1. los animales no presentaron ningún signo clínico de tricomonosis el día del embarque;
2. los animales permanecieron en un rebaño en el que no fue declarado ningún caso de tricomonosis, y/o
3. si se trata de hembras que han sido montadas, el examen microscópico directo y el cultivo del mucus vaginal dieron resultados negativos.

Artículo 2.3.6.3.

Las Administraciones Veterinarias de los países importadores deberán exigir:

para los toros destinados a la reproducción (monta natural o inseminación artificial)

la presentación de un certificado veterinario internacional en el que conste que:

1. los animales no presentaron ningún signo clínico de tricomonosis el día del embarque;
2. los animales permanecieron en un rebaño en el que no fue declarado ningún caso de tricomonosis, y/o
3. los animales no fueron utilizados nunca para la monta natural, o
4. los animales montaron únicamente novillas vírgenes, o
5. el examen microscópico directo y el cultivo de muestras prepuciales dieron resultados negativos.

Artículo 2.3.6.4.

Las Administraciones Veterinarias de los países importadores deberán exigir:

para el semen de bovinos

la presentación de un certificado veterinario internacional en el que conste que:

1. los reproductores donantes no fueron utilizados nunca para la monta natural, o
2. los reproductores donantes montaron únicamente novillas vírgenes, o
3. los reproductores donantes permanecieron en una explotación o en un centro de inseminación artificial donde no fue declarado ningún caso de tricomonosis;
4. el examen microscópico directo y el cultivo de muestras prepuciales dieron resultados negativos;
5. el semen fue tomado, tratado y almacenado conforme a lo dispuesto en el Anexo 3.2.1.

CAMPILOBACTERIOSIS GENITAL BOVINA

Artículo 2.3.2.1.

Las normas para las pruebas de diagnóstico están descritas en el Manual Terrestre.

Artículo 2.3.2.2.

Las Administraciones Veterinarias de los países importadores deberán exigir:

para las hembras de la especie bovina destinadas a la reproducción

la presentación de un certificado veterinario internacional en el que conste que:

1. las hembras son novillas vírgenes, o
2. las hembras permanecieron en un rebaño en el que no fue declarado ningún caso de campilobacteriosis genital bovina, y/o
3. si se trata de hembras que han sido montadas, el cultivo del mucus vaginal para la detección del agente causal de la campilobacteriosis genital bovina dio resultados negativos.

Artículo 2.3.2.3.

Las Administraciones Veterinarias de los países importadores deberán exigir:

para los toros destinados a la reproducción la presentación de un certificado veterinario internacional en el que conste que:

1. los toros:
 - a. no fueron utilizados nunca para la monta natural, o
 - b. montaron únicamente novillas vírgenes, o
 - c. permanecieron en una explotación en la que no fue declarado ningún caso de campilobacteriosis genital bovina;
2. los cultivos de semen y de muestras prepucales y/o las pruebas asociadas para la detección del agente causal de la campilobacteriosis genital bovina dieron resultados negativos.

Artículo 2.3.2.4.

Las Administraciones Veterinarias de los países importadores deberán exigir:

para el semen de bovinos

la presentación de un certificado veterinario internacional en el que conste que:

1. los reproductores donantes:
 - a. no fueron utilizados nunca para la monta natural, o
 - b. montaron únicamente novillas vírgenes, o
 - c. permanecieron en una explotación o en un centro de inseminación artificial donde no fue declarado ningún caso de campilobacteriosis genital bovina;
2. los cultivos de semen y de muestras prepucales de los reproductores donantes para la detección del agente causal de la campilobacteriosis genital bovina dieron resultados negativos.

6. Impacto productivo.

- Cuantificación del impacto productivo

El siguiente ejercicio nos da una idea muy aproximada de la magnitud de las pérdidas y los beneficios que se podrían lograr revirtiendo esta situación en La Pampa.

Según datos del SENASA para el año 2005 tendríamos que el stock bovino provincial estaría constituido de la siguiente forma:

VACAS	VAQUILLONAS	TERNEROS/AS	TOROS
1.492.364	479.602	1.017.777	84.016

Si sumamos las categorías de vacas y vaquillonas tenemos que están con capacidad de entorarse 1.971.966 vientres cada año y de acuerdo a estos registros y datos del REPAGRO los porcentajes de destete están por debajo del 60% (52%).

Si estimamos que a través de un trabajo serio y programado se podrían elevar en un 15% los porcentajes de destete en la Provincia, esto representaría un incremento en la producción de aproximadamente 295.795 terneros cada año. Si calculamos en aproximadamente \$ 300.00 el valor de mercado de cada ternero de destete, la Pcia. de La Pampa, podrá inyectar a su economía alrededor de \$ 88.738.500 por año.

7. Costo-beneficio de la implementación del Programa.

Como se observa claramente, aumentando 15% los índices de destete en la Provincia y comparando con la inversión global aproximada del Gobierno Provincial (\$ 3.360.640), se logra una relación costo beneficio de prácticamente 1:26. Es decir que por cada peso invertido se obtendrían 26 pesos.

7.1. Otros beneficios

Otros beneficios a obtener de la implementación de un programa de Control y erradicación de enfermedades venéreas se consideran:

- Ordenamiento creciente de los rodeos de cría, lo que permitiría la aplicación de otras tecnologías de impacto como son el estacionamiento del servicio, el tacto rectal, el destete anticipado, el mejoramiento del manejo del recurso forrajero.
- Saneamiento de otras enfermedades que afectan la reproducción bovina.
- Implementación de un Sistema de Soporte para la Vigilancia Epidemiológica y para la toma de Decisiones).

- Valor agregado a las commodities pampeanas. (Reproductores libres de enfermedades).
- Mejora en las economías regionales.
- Aumento del Stock Provincial.
- Potencial mejora en la recaudación para las Municipalidades (Guías)

8. Justificación del Programa.

CAPITULO II. (Exige Resolución del SENASA)

1. Propósitos

- Aumentar la eficiencia reproductiva de los rodeos bovinos provinciales.
- Acrecentar los ingresos de divisas y ubicarse en situaciones competitivas en el comercio internacional de carnes, lácteos, productos, subproductos y derivados.
- Lograr una producción ganadera sanitariamente adecuada a los requerimientos internacionales en la materia.
- Mejorar la rentabilidad del sector agropecuario aumentando la producción de terneros.

2. Objetivos generales del Programa.

- Lograr que el 100% de los toros existentes en la Provincia sean anualmente revisados de acuerdo a las pautas fijadas por el Programa.
- Controlar y erradicar la Campilobacteriosis y la Tricomoniasis Genital Bovina.
- Evitar el riesgo de transmisión.

3. Objetivos específicos del Programa.

4. Estrategias del Programa.

Resumidamente la modalidad operativa se puede ver en el cuadro anexo en donde: el Colegio Médico Veterinario (CMV) es la unidad ejecutora central del Programa y el que recibe los fondos del gobierno provincial para el pago de los servicios veterinarias, esto es sólo para el primer año del Programa en cada región. Las acciones del Programa se inician localmente cuando necesariamente

cada productor a través de la Fundación para la Sanidad Animal del Departamento, acuerda la fecha para la revisión de los toros con un Méd. Veterinario habilitado. La función de las fundaciones es la de comunicar, difundir y programar con el objeto de lograr que la totalidad de los toros sean controlados. Por su lado el Médico Veterinario será el responsable en la toma de muestras de todos los toros aptos para servicio y el envío de las mismas a un laboratorio de red habilitado. Terminado el procesamiento de las muestras de acuerdo a los requerimientos técnicos del programa el Laboratorio envía los informes al Méd. Veterinario, quien deberá comunicárselos al productor y también debe enviar los mismos resultados al CMV en una planilla EXCEL provista por éste. Sólo para el primer año del programa tanto el Veterinario como el laboratorio deberán enviar las facturas por los servicios realizados al CMV. Luego de recibidos los informes y las facturas de servicios, el CMV liberará los pagos correspondientes. A partir del segundo año el Programa seguirá la misma mecánica operativa, pero como el pago de servicios los realiza el productor, el colegio sólo recibirá los informes de los laboratorios de red habilitados. La base de datos confeccionada con todos aquellos predios que hayan cumplido con las pautas fijadas por el Programa será puesta a disposición del SENASA para que a partir de la finalización del período de muestreo se traben los movimientos de animales de los predios que no hayan cumplido con la revisión.

A continuación se describen las principales estrategias del Programa:

1. El presente Programa sanitario es de cumplimiento obligatorio para todos los rodeos de la Región involucrada, que posean las categorías de reproductores machos aptos para el servicio.
2. Todos los predios ganaderos, con reproductores bovinos machos que se utilicen con fines reproductivos deberán coordinar con los Médicos Veterinarios y la Fundación la fecha de realización de las tareas de revisión.
3. El Médico Veterinario Acreditado será el Corresponsable Sanitario con el productor de todas las acciones técnico-sanitarias que se desarrollen en el predio.
4. Las categorías de animales afectadas al Programa (reproductores bovinos machos que se utilicen con fines reproductivos) serán identificadas con caravanas de manera de garantizar un eficaz seguimiento y auditoría cuando corresponda. Quedan exceptuadas de esta identificación los animales inscriptos o registrados en las distintas asociaciones de criadores (PP y PC).
5. Se exigirán como mínimo dos exámenes por toro en el primer y segundo año del Programa. A partir del tercer año, aquellos rodeos en los que se detecten toros positivos deberán tener dos exámenes negativos consecutivos luego del último examen en el que se haya detectado un toro positivo.
6. Las pruebas diagnósticas que involucren tareas de saneamiento y certificación deberán ser realizadas por los Laboratorios de Red con habilitación provincial y/o Nacional.
7. El diagnóstico será efectuado por las pruebas oficialmente aceptadas y que figuran en el manual de procedimientos.
8. Los reproductores bovinos machos que se utilicen con fines reproductivos que resulten positivos serán mantenidos fuera de servicio con la finalidad de tratamiento o destino a faena.

9. La certificación de predio libre de Enfermedades Venéreas será extendida por el período de un año.

10. El pago de los servicios Veterinarios se realizará con fondos aportados por el Gobierno Provincial sólo el primer año del programa a partir del cual todos los gastos ocasionados por los exámenes deberán ser pagados por los propietarios de los toros.

11. Incorporar al Sistema de Gestión Sanitaria (SGS) del SENASA la información provista por el Colegio Médico Veterinario de la Provincia de La Pampa en la primera etapa y por las fundaciones en la segunda, para el correspondiente control de movimientos.

12. Todo predio que no haya cumplimentado con la revisión de los toros, de acuerdo al presente programa al primero de diciembre de cada año tendrá restricción total en los movimientos hasta tanto no cumplimente tales requisitos.

4.1. Regionalización

El presente Programa será ejecutado progresivamente llegando a cubrir todos los departamentos de la Provincia de La Pampa en un período de 3 años. Las acciones de Saneamiento serán regionalizadas tomando como base la distribución geográfica de las formas de producción ganaderas.

Además el programa contemplará distintas etapas de realización para cada una de las regiones en las que se vaya implementando.

4.2. Zonas de Lucha

Región 1: Departamentos de UTRACAN, TOAY Y CAPITAL

Región 2: Departamentos de ATREUCO, CATRILO, QUEMU-QUEMU, CONHELO, MARACO, CHAPALEUFU, REALICO, RANCUL, LOVENTUE y GUATRACHE.

Región 3: Departamentos de CHALILEO, CHICALCO, LIMAY MAHUIDA, PUELEN, CURACO, LIHUEL CALEL, CALEU-CALEU Y HUCAL.

4.2.1. Zona de Control

Se considerará como zona bajo control aquellos departamentos que hayan iniciado los trabajos de revisión de toros. De modo que para el primer año la región 1 estará bajo control, para el año 2 la región 2 y para el año 3 la región 3.

4.2.2. Zona de Erradicación

A partir del segundo año de puesta en vigencia del programa se considerará al departamento bajo Programa de erradicación.

4.2.3. Zona Libre

Se considerarán como zonas libres de la enfermedad aquellos departamentos en los cuales no se detecte ningún toro positivo en un año de muestreo. Los departamentos que mantengan la condición de libres durante dos años consecutivos podrán disminuir la cantidad de muestreos a realizar, aceptándose para ello un solo muestreo de la totalidad de los toros que existan en la región. En el caso de detectarse algún toro positivo el Departamento será considerado como zona de Erradicación nuevamente.

5. Metas del Programa.

6. Componentes acciones sanitarias

6.1. COMISION PROVINCIAL DE SANIDAD ANIMAL (COPROSA)

La Comisión Provincial de Sanidad Animal será la responsable de evaluar y realizar el seguimiento de las actividades regionales para el saneamiento y erradicación de las enfermedades.

6.2 ENTE SANITARIO LOCAL

Serán las Fundaciones de Lucha contra la Fiebre Aftosa, Ley N° 24.305, o en su defecto aquellas que se crearen para tal fin con igual representatividad, sin fines de lucro, que serán las responsables de la coordinación de los trabajos, entre veterinarios y productores agropecuarios, que conduzcan a la toma de muestras para el diagnóstico de las enfermedades venéreas.

6.3. PRODUCTORES

Se considera como tales a aquellas personas físicas o jurídicas que sean propietarias de toros. Los productores tendrán la responsabilidad de cumplir las normas establecidas por el Programa provincial.

6.4. COLEGIO MEDICO VETERINARIO

Será el responsable de la Coordinación Operativa y Administrativa del Programa, centralizando la información que surja de los procedimientos de saneamiento y certificación de predios. También tendrá a su cargo la acreditación de los profesionales actuantes.

6.5. VETERINARIOS ACREDITADOS

El Veterinario Acreditado será el responsable de los trabajos de revisión recolección de muestras y asesoramiento sanitario en los predios a su cargo.

6.6. LABORATORIOS DE RED

Son todos aquellos Laboratorios habilitados por el SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA para emitir resultados diagnósticos válidos para el presente Programa Provincial y conforme a lo establecido en el mismo.

6.7. SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA (SENASA)

El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria cumplirá con las acciones de Policía Sanitaria para el desarrollo del Programa ejecutando las tareas que le corresponden: restricción de movimientos, seguimiento epidemiológico, declaración de predios libres.

6.8. GOBIERNO PROVINCIAL

6.9. ORGANISMOS DE CAPACITACION:

Serán la Fac. de Cs. Veterinarias de La Pampa y el INTA. Se encargarán de la organización y el dictado de los Cursos de Acreditación para los profesionales.

7. Actividades sanitarias de cada componente del Programa.

7.1. ACTIVIDADES DE LA COMISION PROVINCIAL DE SANIDAD ANIMAL (COPROSA)

- Participará en la planificación, implementación y evaluación de las estrategias regionales de lucha dentro de lo normado por el Programa Provincial de Control y Erradicación de las Enfermedades Venéreas de los Bovinos.
- Recepcionará la información producida por las Unidades Ejecutoras, INTA, SENASA y demás integrantes del Programa, para su evaluación.

7.2. ACTIVIDADES DE LAS FUNDACIONES PARA LA SANIDAD ANIMAL.

- Coordinar los trabajos de revisión entre los Productores y Veterinarios.

- Llevar un registro de rodeos controlados, que será enviado y actualizado periódicamente por la Unidad Ejecutora.
- Intervenir en la difusión del Programa.

7.3. ACTIVIDADES DEL PRODUCTOR

- Dar cumplimiento a las normas y procedimientos de la presente resolución.
- Designar al Veterinario Acreditado del predio.
- Coordinar y con el Veterinario y con el Ente Sanitario (Fundación) de su jurisdicción las fechas de realización de los trabajos en el predio.
- Proveer adecuada y permanente identificación de los animales en saneamiento de acuerdo a la reglamentación vigente.
- Controlar y mantener fuera de servicio los animales positivos mientras permanezcan en el predio.
- Si los animales no son tratados o luego del tratamiento siguen siendo positivos sólo podrán salir del predio con destino a faena y/o otras provincias sin exigencias sanitarias referidas a estas enfermedades.

7.4. ACTIVIDADES DEL COLEGIO MEDICO VETERINARIO

- Dar cumplimiento a las normas y procedimientos de la presente resolución.
- Disponer de los fondos aportados por el Gobierno Provincial para la ejecución del Programa y ser responsable de la ejecución administrativa de los recursos aportados.
- Mantener actualizado los registros de Veterinarios Acreditados y Laboratorios de Red, comunicando las novedades que se produzcan a los sectores participantes.
- Llevar un registro actualizado de los rodeos que hayan realizado el control y mantener informado al SENASA y a las fundaciones para la Sanidad Animal sobre el mismo.
- Propender a la vinculación con los distintos organismos participantes del Programa tanto en el ámbito provincial como nacional.
- Participar en la organización y dictado de cursos de Actualización para la Acreditación.
- Llevar un registro actualizado de los profesionales actuantes.

7.5. ACTIVIDADES DEL MEDICO VETERINARIO ACREDITADO

- Coordinar con el productor las acciones sanitarias.

- Verificar la identificación individual de la totalidad de los reproductores bovinos machos del predio, conjuntamente con el productor en el momento de realizar las primeras acciones sanitarias.
- Efectuar los muestreos de los bovinos machos que se utilicen con fines reproductivos de acuerdo a las exigencias fijadas en el presente “Manual de Procedimientos”.
- Cumplimentar la información requerida de acuerdo al modelo operativo establecido.
- Asesorar y definir con el productor el manejo del rodeo adecuando el mismo al presente Programa.
- Certificar la negatividad de los bovinos machos que se utilicen con fines reproductivos o que se movilicen dentro del territorio provincial.
- Deberá acreditarse para participar en el presente Programa.
- Integrará el sistema de vigilancia epidemiológica.

7.6. ACTIVIDADES DE LOS LABORATORIOS DE RED

- Realizarán los diagnósticos correspondientes de acuerdo a lo establecido en el manual de procedimientos.
- Deberán cumplimentar los requisitos y condiciones establecidas en el presente Programa para emitir resultados de diagnóstico con validez oficial.
- Deberán archivar las planillas de campo provistas por los veterinarios por un período dos años y ponerlas a disposición del ente auditor que las solicite.
- Deberán enviar los informes de los diagnósticos realizados a los Veterinarios actuantes.
- Deberán enviar los informes de los diagnósticos a la Unidad ejecutora del Programa mensualmente y en forma electrónica de acuerdo al formato que se establezca.

7.7. ACTIVIDADES DEL SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA SENASA

- El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria cumplirá con las acciones de Policía Sanitaria en el desarrollo ejecutivo del Programa.
- Participará en el seguimiento de los animales positivos, controlando la identificación y documentación correspondiente.
- Ejecutará las acciones de control de movimientos a través del Sistema de Gestión Sanitaria.
- Propenderá a la vinculación con los distintos organismos provinciales y nacionales que participen en el Programa.
- Intervenir en la toma de decisiones para eventuales correcciones.

7.8. ACTIVIDADES DEL GOBIERNO DE LA PROVINCIA

- Planificación Provincial de la lucha contra las enfermedades venéreas.
- Obtener los recursos necesarios para el funcionamiento del programa.
- Transferir los recursos financieros a la unidad operativa del programa (Colegio Médico Veterinario de la Provincia de La Pampa).
- Seguimiento y asesoramiento en el desarrollo del programa.
- Análisis, evaluación y fiscalización del programa.
- Seguimiento y evaluación del uso de los recursos.
- Intervenir en la toma de decisiones para eventuales correcciones en el desarrollo.
- Legislar sobre la obligatoriedad y cumplimiento de medidas colectivas, derechos, sanciones y aspectos jurídicos que contribuyan a asegurar la continuidad del Programa.
- Propender a la vinculación con los distintos organismos participantes del programa tanto en el ámbito provincial como nacional.
- Intervenir en la promoción y difusión del Programa.

7.9. ACTIVIDADES DEL INTA.

- Cooperar conjuntamente con la Dirección de Extensión de la Subsecretaría de Asuntos Agrarios en la puesta en marcha (DE-SAA).
- Capacitar junto con el Col. Méd. Vet. y la Fac. de Cs. Vets. los recursos humanos profesionales que trabajen dentro del programa.
- Conjuntamente con el área de la dirección de laboratorios y control técnico del SENASA, la FCV de la UNLPam y la Comisión de Enf. Venéreas de la AAVLD, llevar a cabo los controles de calidad para los laboratorios de diagnóstico veterinario.
- Colaborar en el desarrollo de un Sistema de Soporte para la Vigilancia Epidemiológica y toma de decisiones, conjuntamente con el SENASA, CMV y la DE-SAA.
- De acuerdo a los requerimientos y avances del Programa actuaría conjuntamente con la FCV de la UNLPam, como soporte técnico en la capacitación y transferencia de tecnología en aquellos temas en que las circunstancias de cada región así lo requieran, tal cual surja de las evaluaciones anuales que se realicen a través del Sistema de Soporte y Vigilancia Epidemiológica.
- Propenderá a la vinculación con los distintos organismos provinciales y nacionales que participen en el Programa.

- Participar en el seguimiento, asesoramiento, análisis y evaluación del Programa.
- Participar en la toma de decisiones para eventuales correcciones.
- Intervenir en la difusión.

7.10. ACTIVIDADES DE LA UNIVERSIDAD

- Tendrá a su cargo junto con el Col. Méd. Vet. y el INTA el trabajo de capacitación de recursos humanos, a través del cual se habilitarán los profesionales que trabajen dentro del Programa.
- Conjuntamente con el área de la dirección de laboratorios y control técnico del SENASA, el INTA y la Comisión de Enf. Venéreas de la AAVLD, llevará a cabo los controles de calidad para los laboratorios de diagnóstico veterinario.
- De acuerdo a los requerimientos y avances del Programa actuaría conjuntamente con el INTA, como soporte técnico en la capacitación y transferencia de tecnología en aquellos temas en que las circunstancias de cada región o situación particular así lo requieran, tal cual surja de las evaluaciones anuales que se realicen a través del Sistema de Soporte y Vigilancia Epidemiológica.
- Propenderá a la vinculación con los distintos organismos provinciales y nacionales que participen en el Programa.
- Participará en el seguimiento, asesoramiento, análisis y evaluación del Programa.
- Participar en la toma de decisiones para eventuales correcciones.
- Intervenir en la difusión.

8. Proyectos Específicos

9. Presupuesto del Programa.

El presupuesto necesario para la ejecución del programa será establecido anualmente en el ámbito de la comisión técnica de la COPROSA Provincial, para lo cual deberá tenerse en cuenta el número de animales existentes en los departamentos que ingresen a Control. El presupuesto deberá básicamente contener:

- El costo de los trabajos de revisión de los toros, incluidos los muestreos de campo y los diagnósticos de laboratorio.
- El costo de las caravanas necesarias para la identificación de los toros.
- Los costos que surjan para la realización de la programación operativa en cada Fundación.
- Y los costos que tenga el Colegio Médico Veterinario generados por las actividades que desarrolle.

El presupuesto que surja será presentado al Gobierno Provincial quien será el encargado de gestionar los mecanismos necesarios para la obtención de los mismos y deberá proveerlos en tiempo y forma para la correcta ejecución del Programa.

10. Legislación Aplicable

Las acciones de policía sanitaria aplicable a aquellos predios que no cumplan con las pautas establecidas en el presente programa, devienen de la Ley 3959 que establece que los predios que no cumplan serán interdictados, clausurados, inmovilizados, etc. En tanto no exista una norma específica para el presente Programa es aplicable la norma general de denuncia de casos de enfermedad que está incluida en la Resolución N° 422/2003 del SENASA.

CAPITULO III. (Exige Resolución del SENASA.)

1. Metas anuales del programa

2. Programa Operativo Anual por provincia

3. Presupuesto Operativo Anual por provincia

CAPITULO IV. (No exige Resolución del SENASA.)

MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTOS.

PARTE I. Definiciones

1.1. PREDIO

Se considera predio, a la agrupación de campos o parcelas catastrales de superficie de tierra contigua, independiente de la forma de tenencia, operados como una sola unidad de explotación ganadera. Esto puede incluir sitios de producción que se manejan de forma separada con fines comerciales. Esta definición incluye los términos, campo, parcela, establecimiento rural. De acuerdo a la Ley 25.890, "El término 'establecimiento rural' comprende todo inmueble que se destine a la cría, mejora o engorde del ganado, actividades de tambo".

1.2. RODEO

Se entiende por rodeo ganadero a todo conjunto de animales bovinos que integran una misma finalidad productiva, pudiendo encontrarse en una o más predios. Si se tratara de predios con rodeos de distintas finalidades productivas (cabañas, tambos) también, todos deberán ser identificados y examinados. En el caso de que el propietario posea más de un predio y existan movimientos de animales entre ellos, a los fines del saneamiento y control oficial; se considerará como un solo rodeo.

1.3. PREDIO INSCRIPTO

Será considerado como predio inscripto aquel que haya iniciado la revisión de los toros presentado la solicitud correspondiente y los protocolos de laboratorio de los últimos análisis consecutivos realizados.

1.4. ANIMALES A EXAMINAR

Deberán someterse a las pruebas diagnósticas todos los machos bovinos enteros que se utilicen con fines reproductivos existentes en el predio rural. Sólo serán exceptuados los machos bovinos enteros que por razones zootécnicas, de edad, aplomos, por considerarse portadores de otras enfermedades o por cualquier otra característica que lleven a descartarlos para este fin. Estos deberán también ser identificados con caravanas.

1.5. ANIMAL POSITIVO

Se considerará reaccionante a todo macho entero que se utilice con fines reproductivos y que arroje resultado positivo en alguna de las dos pruebas diagnósticas realizadas por el laboratorio habilitado.

1.6. ANIMAL NEGATIVO

Se considerará negativo a todo macho entero que se utilice con fines reproductivos y que sometido al examen arroje resultado negativo a dos pruebas diagnósticas realizadas por el laboratorio habilitado.

1.7. PREDIO EN SANEAMIENTO

Se define como “predio en saneamiento” aquel que haya realizado el examen de la totalidad de los machos enteros que se utilicen con fines reproductivos existentes en el predio y proceda a la exclusión de los toros positivos en tiempo y forma.

Aquellos predios en los que se detecte algún animal positivo en cualquiera de las pruebas diagnósticas, también será considerado como en saneamiento, hasta el año siguiente en el que la reexaminación determinará si adquiere la categoría de saneado o sigue “en saneamiento”.

1.8. PREDIO OFICIALMENTE SANEADO

Será considerado como predio oficialmente saneado de Enfermedades Venéreas, aquel en el que la totalidad de los machos enteros con fines reproductivos arrojaron resultados negativos a dos pruebas diagnósticas consecutivas en los plazos y época establecidos.

1.9. REGION (DEPARTAMENTO PROVINCIA) OFICIALMENTE EN SANEAMIENTO.

Se define como tal aquella en la que dentro de los límites de la misma todos los predios se encuentran bajo un régimen de saneamiento. Pudiendo coexistir dentro de la misma predios en saneamiento y saneados.

1.10. REGION (DEPARTAMENTO PROVINCIA) OFICIALMENTE LIBRE.

Se define como tal aquella en la que dentro de los límites de la misma todos los predios están oficialmente saneados de enfermedades venéreas. Esta condición deberá ser validada anualmente. Los predios de una región oficialmente libre, podrían disminuir la cantidad de controles realizados por predio siempre que la comisión técnica de COPROSA considere que los riesgos son bajos

PARTE II Procedimientos

1. PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS

1.1. Servicios Veterinarios Oficiales

1.2. Supervisión del Programa

1.3. Control de gestión

1.4. Auditoría

1.5. Servicios para los Ganaderos

2. PROCEDIMIENTOS PARA LA VACUNACION

3. PROCEDIMIENTOS REQUERIDOS PARA EL DIAGNOSTICO

3.1. Identificación de los animales.

El veterinario acreditado deberá retirar las caravanas necesarias para la identificación de los toros en la Fundación para la Sanidad Animal de cada Departamento, a la que a su vez le serán provistas por el

Colegio Médico Veterinario. En el predio deberá controlar que todos los animales machos que se utilicen con fines reproductivos le sean presentados e identificarlos con las caravanas provistas para tal fin.

3.2. Movimiento de Animales

3.2.1. INGRESOS: sólo podrán ingresar a los departamentos bajo plan, los machos enteros en edad de reproducción que acrediten dos exámenes negativos consecutivos.

3.2.2. EGRESOS: para movilizar los machos enteros con edad de reproducción dentro de la Provincia deberá acreditar dos análisis consecutivos con resultados negativos.

Los animales que resulten positivos a la prueba podrán ser trasladados con destino a faena o fuera del área del presente plan respetando las normas vigentes de nivel Provincial y Nacional.

3.3. Toma de muestras.

Se podrá realizar con cualquiera de los métodos descriptos a continuación:

3.3.1. Método de la pipeta

Consiste en una pipeta de las que se utilizan para la inseminación artificial en bovinos la que se introduce en la cavidad prepucial mientras que en el extremo opuesto se coloca un tubo de látex por donde se aspiraba el material con una jeringa.

Otra variante de este método utiliza la pipeta de Cassou que se emplea también para la inseminación artificial con las vainas azules. Con cualquiera de los dispositivos que se utilice es muy importante no manipular el extremo anterior estéril para evitar la introducción de contaminantes. Este sistema permite extraer una buena cantidad de esmegma, y a su vez evita que dicho material tenga contacto directo con el anillo prepucial, con lo cual se disminuyen las probabilidades de contaminación. Se deberá poner especial cuidado en realizar la extracción de la muestra en el área del glande del pene y fórmix.

1.2.2 Método del lavaje prepucial

Este método denominado también de la ducha está basado en la introducción de PBS dentro del prepucio (Fitzgerald et al 1952). Para ello se utiliza una pipeta de inseminación artificial, a la que se le conecta un tubo de látex de aproximadamente 60 cm. Este tubo de látex está adosado por su otro extremo a una jeringa que contiene PBS. Una vez introducida la solución, se cierra con una mano el orificio prepucial para evitar su salida y se efectúan vigorosos masajes en sentido cráneo-caudal durante aproximadamente 1 minuto. Posteriormente se recoge el líquido con la jeringa o se lo deja caer por gravedad a través de la goma.

En ambos métodos es importante utilizar material individual debidamente esterilizado para cada toro muestreado.

3.3.1. Retesteado de un rodeo infectado

4 PROCEDIMIENTOS PARA LOS LABORATORIOS Y LAS PRUEBAS DIAGNOSTICAS

4.1. Laboratorios

- Realizará los análisis correspondientes para el diagnóstico de las enfermedades venéreas de los reproductores machos.
- Deberá respetar los honorarios profesionales mínimos previstos, con el pago centralizado en el CMV el cual abonará los respectivos honorarios previo descuento de las retenciones pertinentes.
- Deberá cumplimentar los requisitos de capacitación y nivelación.
- Deberá aprobar anualmente los controles de calidad provincial diseñados a tal fin.
- Deberá emitir los informes correspondientes según flujo de información.
- Será parte integrante de una red de base de datos provincial.
- Deberá poseer la capacidad operativa de acuerdo a los anexos técnicos diseñados a tal fin.
- Deberá poseer capacidad edilicia instalada en la provincia.
- La dirección técnica del laboratorio deberá estar a cargo de un Médico Veterinario inscripto y habilitado por el CMV de La Pampa.

COMISION PROVINCIAL DE SANIDAD ANIMAL COPROSA

ACTA DE REUNION 19 DE FEBRERO DE 2007

Miembros presentes:

Dr. Daniel DUBIE

Dirección General de Agricultura y Ganadería.

Dr. Héctor OTERMIN

Colegio Médico Veterinario

Dr. Luis Carné

Coord. Reg. de Sanidad Animal SENASA

Dr. Ricardo SUITTI

CARBAP

Sr. Vicente BARREIX

Sociedad Rural Argentina

Dr. Orlando HERPSOMMER

SENASA

Sr. Norman PITTA

CONINAGRO

Sr. Ever Demarchi

Federación Agraria Argentina

Dr. Marcelo FORT

INTA ANGUIL

Ing. Alexis BENINI

Dirección de Extensión Agropecuaria

Siendo la 10:00 horas se da comienzo a la reunión, se presenta el Documento final del “Programa Provincial de Control y Erradicación de Enfermedades Venéreas de los Bovinos de la Provincia de La Pampa”. Como se menciona en el acta de esta comisión del día 22 de agosto de 2006, el programa se ha modificado en cuestiones de forma (redacción) con respecto a la versión aprobada por esta comisión, como ha sido propuesto por el SENASA (se adjunta programa definitivo con su manual de procedimiento).

Se hace una breve reseña sobre la Fase 1 del programa en los departamentos de Capital, Utracán y Toay que se encuentra finalizada, y alcanza aproximadamente a una población de 14.000 reproductores. Por lo tanto y como a sido solicitado por esta comisión en la reunión del día 22 de agosto de 2006 se solicita al Sr. Ministro de la Producción de la Provincia de La Pampa establezca las medidas necesarias para que se implementen las restricciones totales de movimientos a cualquier categoría de animales en los establecimientos que no hayan llevado a cabo el mencionado programa. Del mismo modo esta comisión solicita al Servicio Nacional de Sanidad Animal (SENASA) dicte la resolución correspondiente para cumplir con dicho programa como se ha comprometido.

Habiendo expuesto todo lo relacionado al “Programa provincial de Control y Erradicación de la Enfermedades Venéreas de los Bovinos de la Provincia de La Pampa” los representantes de los

organismos que integran esta comisión firman en conformidad la versión definitiva del mencionado programa.

Se ha tratado el “Programa Superador de control y erradicación de la brucelosis bovina en la Provincia de La Pampa”. Quedando aprobado por los presentes en este acto. Esta comisión solicita al Sr. Ministro de la Producción de la Provincia de La Pampa, dicte la medida que corresponda para la implementación y ejecución de dicho programa y su posterior elevación a la Comisión Nacional de brucelosis dependiente del SENASA para su correspondiente aprobación.

También se trató la fecha de vacunación para la campaña de aftosa en los departamentos de cría. Se acuerda que de no mediar inconvenientes por parte de las fundaciones a las cuales afecta, el segundo período de vacunación se realizará en los meses de diciembre enero.

ANEXO II

MINISTERIO DE LA PRODUCCION

SUBSECRETARIA DE ASUNTOS AGRARIOS

DIRECCION GENERAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA

CENTRO CIVICO Telf. 02954 -452600 Internos: 1207 - 1222 - 1221 - 1312 - 1412

ACTA

REUNION DE LA CORPROSA - 28 DE FEBRERO DE 2008

En Santa Rosa, a los 28 días del mes de febrero de 2008, siendo las 9 hs. se reúnen en la sala Mechi Mario del 3º piso de la Casa de Gobierno, los siguientes integrantes de la COMISION PROVINCIAL DE SANIDAD ANIMAL (COPROSA):

FERRAN, Abelardo

Ministro de la Producción

SAGO, Adrián

SENASA

ESAIN, Fernando

Colegio Médico Veterinario

CARNÉ, Luis

SENASA

PITTA, Norman

CONINAGRO

TORROBA, Héctor

CARBAP

OTERMIN, Héctor

Colegio Médico Veterinario

FORT, Marcelo

INTA Anguil

DUBARRY, Jorge

Facultad de Ciencias Veterinarias UNLPam

GOYENECHÉ, Pedro

Dirección General de Agricultura y Ganadería.

GONZALEZ, Fernanda

Dirección de Extensión Agropecuaria.

BARREIX, Vicente

Sociedad Rural Argentina

SIUTTI, Ricardo

CARBAP

Se encuentran presentes además, especialmente invitado el Dr. Jorge Dillon, Director Nacional de Sanidad Animal del SENASA y los doctores Alberto ETCHEVERRY, Juan DOTTA y Hernán PINCIROLI también del SENASA.

Iniciada la reunión toma la palabra el Dr. Abelardo FERRAN, Ministro de la Producción de la Prov. de La Pampa, quien expone sobre las acciones de Gobierno Provincial. Manifiesta el compromiso de continuidad de las políticas establecidas en la gestión anterior, sobre cuales se va a avanzar, entre ellas resaltó la continuidad del Programa de Control y Erradicación de Enfermedades Venéreas.

El Dr. Etcheverry Director Regional del Senasa La Pampa-San Luis, remarcó la importancia de la reunión y el trabajo en conjunto entre las distintas instituciones que conforman la COPROSA, para avanzar en los distintos programas sanitarios.

A continuación se comienza a desarrollar el temario definido oportunamente:

1) Presentación del Programa Provincial de Control de Enfermedades Venéreas:

El Dr. Marcelo FORT, del INTA Anguil, expone sobre fundamentos del Programa, mecánica operativa del plan y modificaciones a realizar en la misma a partir del presente año.

Presenta también los resultados obtenidos, hasta el momento, de las dos etapas que se han realizado. Se cuenta fundamentalmente con los resultados del primer año de cada etapa, ya que aún los laboratorios no han remitido la totalidad de la información de 2007, por tal motivo muestra en su presentación resultados parciales de 2007.

2) Viaje de la COPROSA Técnica a Buenos Aires:

El ing. Goyeneche informa sobre la reunión de la COPROSA Técnica realizada a fines de diciembre. En la misma se tomó la decisión de concertar una entrevista Dr. Jorge Dillón en la Ciudad de Buenos Aires a los efectos de definir los últimos ajustes al programa consistente básicamente en la incorporación de anexos tendientes a mejorar el control y fiscalización del mismo. En dicha reunión el Dr. Dillón sugirió concretamente la incorporación de anexos que debieran formar parte del programa originalmente presentado.

Los integrantes de la COPROSA acuerdan la remisión a la brevedad de dichos anexos, los que fueran consensuados en la reunión de la COPROSA Técnica de diciembre de 2007, como así también en la reunión mantenida con el Dr. Dillón en la sede de SENASA central.

3) Informe sobre el lanzamiento de la 3º Etapa del Programa de control de Venéreas:

La Dra. González expone sobre el lanzamiento de la 3º Etapa del Programa de Control de Enfermedades Venéreas en el Oeste de la provincia, realizado el 15 de febrero próximo pasado.

Dicho lanzamiento se realizó en el Paraje Paso Maroma y en la localidad de Limay Mahuida ambos del Departamento homónimo, congregando la asistencia de 80 productores. En dicho encuentro el Dr. Ferrán, Ministro de la Producción, expuso sobre la política provincial para el sector y posteriormente, el Dr. Marcelo Fort realizó una disertación práctica a los efectos de explicar la metodología del programa y la importancia del control de las enfermedades venéreas en el rodeo bovino.

4) Informe sobre estrategia de capacitación y difusión:

La Dra. González informa sobre capacitaciones realizadas en el marco del programa durante los años 2006-2007 y las previstas para el presente año. Se plantea la difusión por medios gráficos, televisivos y radiales del lanzamiento de la 3º etapa, fundamentalmente remarcada en los Departamentos incluidos en la misma. Se prevé la distribución de folletería a todos los productores agropecuarios de la región aprovechando el inicio de la próxima campaña de vacunación antiaftosa con la participación

activa de los vacunadores oficiales. Se intensificará la capacitación a productores a través de charlas en distintas localidades de estos departamentos, realizándose también cursos de acreditación a profesionales que realizarán las tomas de muestras. Finalmente se difundirán los resultados obtenidos hasta el momento en los departamentos que ya están dentro del plan. (1º y 2º Etapa)

5) Varios:

El Dr. Jorge DILLON, consulta sobre funcionamiento del programa y cómo se vuelca esa información a los profesionales.

Manifiesta la importancia de contar con la información para realizar la vigilancia epidemiológica, responsabilidad que debe ser compartida entre los integrantes de la COPROSA.

Destacó la importancia del Programa de Venéreas, ya que considera que es un arrancador para el mejoramiento del sistema, ya que posibilita el ordenamiento del rodeo.

Resalta la importancia de los laboratorios de diagnóstico, y el desarrollo de capacidad diagnóstica en La Provincia de La Pampa. En este sentido señala la importancia de la reactivación del laboratorio de diagnóstico de la localidad de Santa Isabel.

Remarca la responsabilidad del Colegio Médico Veterinario para centralizar la información, su posterior análisis y difusión a veterinarios y laboratorios. En este mismo sentido sugiere implementar un programa de retorno de la información generada con la finalidad de mantener debidamente informados a los distintos actores.

En otro orden de cosas el Dr. Dillon expuso la necesidad de compartir información georreferenciada a los efectos de mejorar los sistemas de gestión sanitarios.

El Ing. GOYENCHE consulta al Dr. Dillon sobre los avances respecto a la aprobación del Programa Superador para el Control de la Brucelosis Bovina, a los efectos de diseñar una estrategia de difusión. A lo cual el Dr. Dillon expresa que va a realizar la consulta al responsable del programa sobre su estado actual.

El Dr. Carné, Dr. Sago y el Ing. Goyeneche exponen sobre los trabajos realizados en forma conjunta ante la detección de focos de triquinosis, en la localidad de Colonia 25 de Mayo. Respecto a este tema se informa sobre las tareas de concientización y prevención y adecuación de instalaciones en cada uno de los pequeños criaderos, previo a la repoblación de animales.

Finalmente el Dr. Dillon realizó una exposición sobre la georreferenciación de toda la información que dispone el SENASA y la utilidad de compartir la misma a los efectos de mejorar los sistemas de gestión.

Sin más temas para tratar, se da por concluida la reunión siendo las 13 horas, 10 minutos.

Anexo I En el marco del Programa de Control y Erradicación de las enfermedades venéreas de la Provincia de La Pampa, con las atribuciones que en él se otorgan a la Comisión Provincial de Sanidad Animal (COPROSA) y en cumplimiento de lo contemplado en el punto 3 "Estrategias del Programa", se decide implementar un sistema único de recolección de la información que permita tener un conocimiento permanente de la evolución de la enfermedad y de la marcha del Programa, en lo que

se refiere a rodeos controlados y grado de cumplimiento de los objetivos planteados. Este sistema permitirá, también, conocer la evolución espacial y temporal de la enfermedad y evaluar el riesgo de introducción y diseminación de los agentes productores.

El Colegio Médico Veterinario de La Pampa (CMVLP) será el responsable de recolectar la información que deberá provenir de los Laboratorios de diagnóstico siendo ésta la única ruta válida (Laboratorio < CMVLP). Para ello el CMVLP dispondrá de un software de gestión que recibirá en forma electrónica toda la información correspondiente a los diagnósticos realizados por los Laboratorios. Con esta base de datos se elaborará un listado con la totalidad de los rodeos controlados cada año y será enviada al SENASA para volcarla al Sistema de Gestión Sanitaria, del que dispone este organismo. Por lo tanto ésta será la única forma para las oficinas locales de determinar si un rodeo realizó los diagnósticos correspondientes.

En aquellos casos en que los diagnósticos hayan sido realizados y que por cualquier circunstancia no aparezcan en la lista oficial, el laboratorio de diagnóstico deberá enviar la información al Colegio Médico Veterinario, para que éste la incluya y la envíe al SENASA.

El análisis de la información y la obtención de indicadores epidemiológicos serán realizados en el ámbito de la COPROSA técnica para:

- Evaluar el desarrollo del programa analizando periódicamente la información recibida (Colegio Médico Veterinario).
- Elaborar un informe anual con la totalidad de la información recolectada.
- Realizar estudios epidemiológicos conducentes a determinar las características de difusión en el espacio y tiempo de las enfermedades venéreas (COPROSA Técnica).
- Realizar estudios de factibilidad para determinar rodeos y zonas libres de enfermedad (COPROSA Técnica).

Anexo II En el marco del Programa de Control y Erradicación de las enfermedades venéreas de la Provincia de La Pampa, con las atribuciones que en él se otorgan a la Comisión Provincial de Sanidad Animal (COPROSA) y en cumplimiento de lo contemplado en el punto 4 (Identificación de los Toros) se establece que:

A partir del 1 marzo de 2008 todo bovino macho entero deberá estar identificado al momento del control de enfermedades venéreas con caravanas oficiales (Resolución 754/06). De esta manera se podrá realizar un eficaz seguimiento y auditoría de los toros positivos a enfermedades venéreas. Quedarán exceptuados de esta identificación los animales inscriptos o registrados y que por lo tanto lleven la identificación correspondiente a las distintas asociaciones de Criadores.

Anexo III En el marco del Programa de Control y Erradicación de las enfermedades venéreas de la Provincia de La Pampa, con referencia al punto 3.2 "Movimiento de animales", la Comisión Provincial de Sanidad Animal (COPROSA) con las atribuciones que a ella se le otorgan, establece:

EGRESOS: Todo predio que no haya cumplimentado con el control de enfermedades venéreas al solicitar en SENASA la documentación para realizar movimientos, deberá firmar un acta compromiso

donde se establece un plazo de 60 días para realizar este control. Trascurrido dicho plazo el bloqueo será en todas las categorías y para todos los destinos.

INGRESOS: Los toros que ingresan a cualquier departamento de la provincia de La Pampa y que no tengan realizados los dos controles correspondientes para enfermedades venéreas, deberán firmar el mismo compromiso mencionado en egresos.

Anexo IV En el marco del Programa de Control y Erradicación de las enfermedades venéreas de la Provincia de La Pampa, con referencia al Movimiento de animales que resultaren positivos a cualquiera de las pruebas diagnósticas realizadas para tal fin, la Comisión Provincial de Sanidad Animal (COPROSA) con las atribuciones que a ella se le otorgan, establece:

Aquellos toros que resulten positivos en los análisis realizados por el laboratorio de diagnóstico deberán ser tratados o eliminados del rodeo.

TRATAMIENTO DE ANIMALES POSITIVOS: Los animales que resulten positivos a enfermedades venéreas y sobre los que se decida su tratamiento terapéutico, deberán acreditar tres controles negativos postratamiento.

Anexo V En el marco del Programa de Control y Erradicación de las Enfermedades Venéreas de la Provincia de La Pampa, con las atribuciones que en él se otorgan a la Comisión Provincial de Sanidad Animal (COPROSA) y en cumplimiento de lo contemplado en el mismo se decide implementar un sistema de auditorías a ejecutar en forma conjunta por las instituciones que conforman la COPROSA. Estas auditorías tendrán como objetivo:

- Establecer el grado de cumplimiento de los deberes asignados a cada uno de los actores del presente Programa.
- Determinar si las funciones se han ejecutado de manera eficiente y efectiva.
- Verificar la ejecución de las actividades correspondientes a toma de muestras y diagnósticos de laboratorio.
- Evaluar el cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias establecidas en el Programa.
- Determinar el nivel alcanzado de los objetivos y metas propuestos.

ANEXO 2



Spatial and temporal epidemiology of bovine trichomoniasis and bovine genital campylobacteriosis in La Pampa province (Argentina)



L. Molina^a, J. Perea^{b,*}, G. Meglia^a, E. Angón^b, A. García^b

^a School of Veterinary Medicine, National University of La Pampa, General Pico, Argentina

^b Department of Animal Production, School of Veterinary, University of Cordoba, 14071, Spain

ARTICLE INFO

Article history:

Received 2 July 2012

Received in revised form 19 February 2013

Accepted 21 February 2013

Keywords:

Cattle

Venereal diseases

Epidemiology

Argentina

ABSTRACT

The venereal diseases bovine trichomoniasis (BT) and bovine genital campylobacteriosis (BGC) cause economic losses in endemic areas like La Pampa province in Argentina, where beef cattle are usually managed extensively. This study used data compiled under a Provincial Programme for the Control and Eradication of BT and BGC (PCE) to determine the spatio-temporal distribution of these diseases and identify spatial clusters. The study population comprised 29,178 non-virgin bulls drawn from 3766 herds, tested for BT and BGC in 2010. Preputial smegma samples were cultured for BT detection, while BGC was diagnosed by direct immunofluorescence testing of these samples. *Campylobacter fetus* infection was detected in 1.5% of bulls and 2.3% of herds, and *Trichomonas foetus* infection was found in 1.1% of bulls and 5.1% of herds. The proportion of positive tests was highest in February for BT, while in April it was highest for BGC, and was inversely related to the number of tests, which was greatest during the breeding season (spring). An elliptical spatial cluster of high risk for BGC and a circular cluster for BT were both identified in the south of La Pampa province, which could not be explained by cattle herd density. The spatial and temporal patterns identified in this study provide baseline data for monitoring the success of BT and BGC control activities in La Pampa.

© 2013 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

Bovine trichomoniasis (BT) and bovine genital campylobacteriosis (BGC) are venereal diseases caused respectively by the flagellate protozoan *Trichomonas foetus* (Skirrow and BonDurant, 1988) and the Gram (-) *Campylobacter fetus* subspecies *venerealis* (Eaglesome and Garcia, 1992). Both agents are transmitted mainly during coitus, and colonize the reproductive tract of bulls and cows. In cows, infection can cause reproductive failures, including repeat of estrus, early embryonic death and abortions; in bulls, however, both infections are typically asymptomatic

(Anderson, 2007; Mancebo et al., 1995). Infected bulls and cows can become long-term carriers (Corbeil et al., 2003).

In areas where beef cattle are mainly managed intensively, artificial insemination (AI) has largely displaced natural breeding; this tends to control the factors which typically favour these diseases (BonDurant, 2005). As a result, the incidence of both diseases in Europe, for example, is very low or negligible. However, in areas where production systems are typically extensive, based on communal pastures and natural breeding, incidence remains high (Gay et al., 1996; Mshelia et al., 2010). Moreover, it has been reported that the vaccines developed to date are unlikely to induce an effective immune response under field conditions, thus hindering the implementation of effective control plans in endemic areas (Cobo et al., 2004; Villarroel et al., 2004). Consequently, both diseases

* Corresponding author. Tel.: +34 957218745.

E-mail address: pa2pemuj@uco.es (J. Perea).

- the Province of Buenos Aires, Argentina. *Prev. Vet. Med.* 101, 157–162.
- Kazembe, L., Muula, A.S., Simoonga, C., 2009. Joint spatial modelling of common morbidities of childhood fever and diarrhoea in Malawi. *Health Place* 15, 165–172.
- Knorr-Held, L., Best, N.G., 2001. A shared component model for detecting joint and selective clustering of two diseases. *J.R. Stat. Soc. A* 164, 73–85.
- Kulldorff, M., 1997. A spatial scan statistic. *Commun. Stat.: Theory Methods* 26, 1481–1496.
- Kulldorff, M., 2010. *SatScan User Guide for version 9.0* [on line]. Available from: <http://www.satscan.org/> (Accessed 12.04.12).
- Mancebo, O.A., Russo, A.M., Carabajal, L.L., Monzon, C.M., 1995. Persistence of *Trichomonas foetus* in naturally infected cows and heifers in Argentina. *Vet. Parasitol.* 59, 7–11.
- Mardones, F.O., Perez, A.M., Martínez, A., Carpenter, T.E., 2008. Risk factors associated with *Trichomonas foetus* infection in beef herds in the Province of Buenos Aires. *Argent. Vet. Parasitol.* 153, 231–237.
- McMillen, L., Lew, A.E., 2006. Improved detection of *Trichomonas foetus* in bovine diagnostic specimens using a novel probe-based real time PCR assay. *Vet. Parasitol.* 141, 204–215.
- Mendoza-Ibarra, J.A., Pedraza-Díaz, S., García-Peña, F.J., Rojo-Montejo, S., Ruiz-Santa-Quiteria, J.A., San Miguel-Ibáñez, E., Navarro-Lozano, V., Ortega-Mora, L.M., Osoro, K., Collantes-Fernandez, E., 2011. High prevalence of *Trichomonas foetus* infection in Asturiana de la Montaña beef cattle kept in extensive conditions in Northern Spain. *The Vet. J.*, doi:10.1016/j.tvjl.2011.09.020.
- Mshelia, G.D., Amin, J.D., Woldehiwet, Z., Murray, R.D., Egwu, G.O., 2010. Epidemiology of bovine venereal campylobacteriosis: Geographic distribution and recent advances in molecular diagnostic techniques. *Reprod. Domest. Anim.* 45, 221–230.
- Parker, S., Campbell, J., Gajadhar, A., 2003. Comparison of the diagnostic sensitivity of a commercially available culture kit and a diagnostic culture test using diamond's media for diagnosing *Trichomonas foetus* in bulls. *J. Vet. Diagn. Invest.* 15, 460–465.
- Perez, A.M., Martínez, A.H., Cordeviola, J.M., Fiscalini, B., Bardón, J.C., Combesies, G., Noseda, R.P., Spath, E.J., 2005. Factores de riesgo y distribución espacial de trichomoniasis bovina en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Congress of the World Association of Veterinarians of Laboratory of Diagnostic, Montevideo, Uruguay.
- Perez, A., Cobo, E., Martínez, A., Campero, C., Späth, E., 2006. Bayesian estimation of *Trichomonas foetus* diagnostic test sensitivity and specificity in range beef bulls. *Vet. Parasitol.* 142, 159–162.
- Rae, D.O., Crews, J.E., Greiner, E.C., Donovan, G.A., 2004. Epidemiology of *Trichomonas foetus* in beef bull populations in Florida. *Theriogenology* 61, 605–618.
- Res. 358/2008 SENASA. Se reconoce el "Programa de Control y Erradicación de las Enfermedades venéreas en Bovinos de la Provincia de La Pampa" [on line]. Available from: <http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=1334&ino=1334&io=7938> (Accessed 12.04.12).
- Rojas, M., Vázquez, P., Verdier, M., Campero, C., 2011. Distribución de las enfermedades de transmisión sexual del partido de Rauch, prov. Buenos Aires. *Vet. Argent.* 28, 1–12.
- SENASA, 2012. Programas DNSA [on line]. Available from: http://www.senasa.gov.ar/seccion_res.php?in=259&titulo=Programas%20DNSA (Accessed 12.04.12).
- Skirrow, S.Z., BonDurant, R.H., 1988. Bovine trichomoniasis. *Vet. Bull.* 58, 591–603.
- Szonyi, B., Srinath, I., Schwartz, A., Clavijo, A., Ivanek, R., 2012. Spatio-temporal epidemiology of *Trichomonas foetus* infection in Texas bulls based on state-wide diagnostic laboratory data. *Vet. Parasitol.* 186, 450–455.
- Terzolo, H.R., Argento, E., Catena, M.C., Cipolla, A.L., Martínez, A.H., Tejada, G., Villa, C., Betancor, R., Campero, C.M., Cordeviola, J.M., Pasini, M.L., 1992. Procedimientos de laboratorio para el diagnóstico de la Campylobacteriosis y Trichomoniasis genital bovina. In: Comisión Científica Permanente de Enfermedades Venéreas de los Bovinos, INTA-Balcarce, pp. 1–33.
- Villarreal, A., Carpenter, T.E., BonDurant, R.H., 2004. Development of a simulation model to evaluate the effect of vaccination against *Trichomonas foetus* on reproductive efficiency in beef herds. *Am. J. Vet. Res.* 65, 770–775.

ANEXO 3

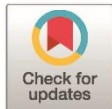
RESEARCH ARTICLE

Time series analysis of bovine venereal diseases in La Pampa, Argentina

Leonardo L. Molina^{1,2}, Elena Angón^{3*}, Antón García³, Ricardo H. Moralejo^{1,4}, Javier Caballero-Villalobos³, José Perea³

1 School of Veterinary Medicine, National University of La Pampa, General Pico, Argentina, **2** National Service of Health and Agro-Food Quality (SENASA), Centro Regional La Pampa-San Luis, Corrientes, Santa Rosa, Argentina, **3** Department of Animal Production, School of Veterinary, University of Córdoba, Córdoba, Spain, **4** Ministerio de la Producción, Gobierno de La Pampa, Santa Rosa, Argentina

* eangon@uco.es



OPEN ACCESS

Citation: Molina LL, Angón E, García A, Moralejo RH, Caballero-Villalobos J, Perea J (2018) Time series analysis of bovine venereal diseases in La Pampa, Argentina. PLoS ONE 13(8): e0201739. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201739>

Editor: Michele Tizzoni, ISI Foundation, ITALY

Received: November 20, 2017

Accepted: July 20, 2018

Published: August 6, 2018

Copyright: © 2018 Molina et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: Data underlying this study cannot be made available as they are the property of the Ministry of Production of the Government of La Pampa. However, data used in this study are available upon request in the Provincial Commission of Animal Health. Data can be provided to requesting stakeholders, as long as any information that might lead to individual identification of a particular farm (such as space coordinates or results from any individual herd test) is eliminated. Aggregated data at a county level can be shared with no inconveniences if a formal request is made. Requests must be addressed directly to the Provincial Commission of

Abstract

The venereal diseases bovine trichomoniasis (BT) and bovine genital campylobacteriosis (BGC) cause economic losses in endemic areas like La Pampa province in Argentina where beef cattle are usually extensively managed. This study used data compiled between 2007 and 2014 by a Provincial Program for the Control and Eradication of venereal diseases in order to develop and analyze retrospective models of time series for BT and BGC. Seasonality and long-term trend were explored with decomposition and simple regression methods. Autoregressive Integrated Moving Average models (ARIMA) were used to fit univariate models for the prevalence and persistence of BT and BGC. Autoregressive Integrated Moving Average with Explanatory Variable models (ARIMAX) were used to analyze the association between different time series, replacement entries and herd samplings. The prevalence and persistence of BT and BGC have decreased from 2007 to 2014. All the BT and BGC time series are seasonal and their long-term trend is decreasing. Seasonality of BT and BGC is similar, with higher rates of detection in autumn-winter than is spring-summer. Prevalence and persistence time series are correlated, indicating their changes are synchronic and follow a similar time pattern. Prevalence of BT and BGC showed the best fitting with the ARIMA (0,0,1)(0,1,1)₁₂ model. While for persistence of BT and BGC, the best adjustment was with the same model with no seasonal difference where the current number of cases depends on the moving averages of the month and the previous season. Including covariates improve the fitting of univariate models, in addition, estimations using ARIMAX models are more precise than using ARIMA models. The time distribution of the samplings could be increasing the false negative ratio. According to the obtained results, the ARIMA and ARIMAX models can be considered an option to predict the BT and BGC prevalence and persistence in La Pampa (Argentina).

45. Rojas M, Vázquez P, Verdier M, Campero C. Evolución y distribución de las enfermedades de transmisión sexual en bovinos del partido de Rauch, prov. Buenos Aires, años 2001–2009. *Vet Arg.* 2011; XXVII: 1–14.
46. Suárez VH, Miranda AO, Arenas SM, Schmidt EE, Lambert J, Schieda A, et al. Prevalencia de patologías e incidencia de la sanidad en los sistemas bovinos en el este de la provincia de La Pampa, Argentina. *Vet Arg.* 2008; 25: 258–280.
47. Imai C, Armstrong B, Chabali Z, Mangtani P, Hashizume M. Time series regression model for infectious disease and weather. *Environ Res.* 2015; 142: 319–327. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.06.040> PMID: 26188633
48. Mendoza-Ibarra JA, Pedraza-Díaz S, García-Peña FJ, Rojo-Montejo S, Ruiz-Santa-Quiteria JA, San Miguel-Ibáñez E, et al. High prevalence of *Tritrichomonas foetus* infection in Asturiana de la Montaña beef cattle kept in extensive conditions in Northern Spain. *The Vet J.* 2012; 193(1): 146–151 <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.09.020> PMID: 22178360
49. Wu PC, Guo HR, Lung SC, Lin CY, Su HJ. Weather as an effective predictor for occurrence of dengue fever in Taiwan. *Acta Trop.* 2007; 103: 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2007.05.014> PMID: 17612499
50. Hussain MH, Ward MP, Body M, Rawahi AA, Wadir AA, Al-Habsi S, et al. Spatio-temporal pattern of sylvatic rabies in the Sultanate of Oman, 2006–2010. *Prev Vet Med.* 2013; 110: 281–289. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.01.001> PMID: 23375085
51. Silva AEP, Freitas CC, Dutra LV, Molento MB. Assessing the risk of bovine fasciolosis using linear regression analysis for the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Vet Parasitol.* 2016; 217: 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.12.021> PMID: 26827853
52. Mubamba C, Ramsay G, Abolnik C, Dautu G, Gummow B. A retrospective study and predictive modelling of Newcastle Disease trends among rural poultry of eastern Zambia. *Prev Vet Med.* 2016; 133: 97–107. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.09.017> PMID: 27720031
53. Szonyi B, Srinath I, Schwartz A, Clavijo A, Ivanek R. Spatio temporal epidemiology of *Tritrichomonas foetus* infection in Texas bulls based on state-wide diagnostic laboratory data. *Vet Parasitol.* 2012; 186: 450–455. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.11.075> PMID: 22192771
54. Yao C. Diagnosis of *Tritrichomonas foetus*-infected bulls, an ultimate approach to eradicate bovine trichomoniasis in US cattle? *J J Med Microbiol.* 2013; 62: 1–9.
55. Ondrak JD. *Tritrichomonas foetus* prevention and control in cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2016; 32: 411–423. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.01.010> PMID: 27039692
56. Gay JM, Ebel ED, Kearley WP. Commingled grazing as a risk factor for trichomonosis in beef herds. *J Am Vet Med Assoc.* 1996; 209: 643–646. PMID: 8755988
57. Cowie CE, Marreos N, Gortázar C, Jaroso R, White PCL, Balseiro A. Shared risk factors for multiple livestock diseases: A case study of bovine tuberculosis and brucellosis. *Res Vet Sci.* 2014; 97: 491–497. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2014.09.002> PMID: 25267287
58. Yao C, Bardsley KD, Litzman EA, Hall ML, Davidson MR *Tritrichomonas foetus* infection in beef bull populations in Wyoming. *J Bacteriol Parasitol.* 2011; 2: 117.
59. Collantes-Fernandez E, Mendoza-Ibarra JA, Pedraza-Díaz S, Rojo-Montejo S, Navarro-Lozano V, Sanchez-Sanchez et al. Efficacy of a control program for bovine trichomonosis based on testing and culling infected bulls in beef cattle managed under mountain pastoral systems of Northern Spain. *The Vet J.* 2014; 200: 140–145. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.02.003> PMID: 24680672
60. Marcellino RB, Morsella CG, Cano D, Paolicchi FA. Eficiencia del cultivo bacteriológico y de la inmunofluorescencia en la detección de *Campylobacter fetus* en fluidos genitales bovinos. *Rev Argent Microbiol.* 2015; 47: 183–189. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2015.03.008> PMID: 26187267
61. Ferreira JF, Pellegrin AO, Fóscolo CB, Machado RP, Miranda KL, Lage AP. Evaluation of direct fluorescent antibody test for the diagnosis of bovine genital campylobacteriosis. *Rev Latinoam Microbiol.* 2002; 44: 118–123. PMID: 17063594
62. McMillen L, Lew AE. Improved detection of *Tritrichomonas foetus* in bovine diagnostic specimens using a novel probe-based real time PCR assay. *Vet Parasitol.* 2006; 141: 204–215. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.06.012> PMID: 16860481

ANEXO 4



*Universidad Nacional de Cuyo
Facultad de Ciencias Agrarias*

--- La Directora Científica de la Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo (WoS-Scopus), Dra. Ing. Agr. María Flavia Filippini deja constancia que: Leonardo L. Molina, Antón García, Elena Angón, Ricardo Moralejo, Javier Caballero-Villalobos, José Perea, son autores del artículo: **"Incidence, prevalence and persistence of venereal diseases in La Pampa (Argentina): estimations for the period 2007-2020"**, el cual ha sido aprobado para su publicación en esta Revista.-----

--- Se extiende esta constancia para ser presentada ante quien corresponda en Chacras de Coria, Mendoza, Argentina, a los 8 días del mes de setiembre de dos mil dieciocho. -----

Dra. Ing. Agr. María Flavia Filippini
Directora Científica
Rev. de la Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Cuyo

Almirante Brown 500
Chacras de Coria - Luján de Cuyo
Mendoza - Argentina
M5528AHB

PBX (54 261) 4135000 Int. 1220
Fax (54 261) 4960469
ccea@fca.uncu.edu.ar

<http://revista.fca.uncu.edu.ar>

