



**Universidad Autónoma del Estado de México**

---

---

**DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES**

**ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS POR  
ABORTOS EN LA LECHERÍA EN PEQUEÑA ESCALA  
EN EL SUR ORIENTE DEL ESTADO DE MÉXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**PRESENTA**

**JUAN JOSÉ OJEDA CARRASCO**

**TUTOR PRINCIPAL**

**DR. EN C.V. LUIS BRUNETT PÉREZ**

**TUTORES ADJUNTOS**

**DR. ENRIQUE ESPINOSA AYALA**

**DR. JESÚS ANTONIO ÁLVAREZ MARTÍNEZ**

**Toluca, Estado de México, Agosto 2013**

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue estimar la seroprevalencia de ciertas enfermedades relacionadas con el aborto bovino; calcular la tasa anual de abortos y determinar los efectos productivos, reproductivos, económicos y sociales que produce dicho problema. La investigación se realizó en tres municipios del Sur Oriente del Estado de México; se seleccionaron 29 unidades de producción de leche del sistema en pequeña escala, las cuales contaban con una población de 331 animales. Se aplicó una encuesta semiestructurada a cada productor, los animales fueron identificados y se les abrió un registro productivo, reproductivo y de control sanitario; el seguimiento duró un año y las actividades de alimentación, manejo reproductivo y medicina preventiva se mantuvieron como rutinariamente las realiza cada productor, en este tiempo, se cuantificaron los abortos y se recabó información de aspectos económicos de la producción. Se realizó un estudio de casos y controles donde 57 vacas con antecedente de aborto fueron los casos y 121 elegidas aleatoriamente fueron los controles. Las seroprevalencias determinadas fueron neosporosis (51,7 %), Diarrea Viral Bovina (46,6 %), Rinotraqueítis Infecciosa (18 %), leptospirosis 11,8 %; en contraste, no hubo animales positivos a Brucelosis. La neosporosis fue la única enfermedad en la que se encontró asociación entre prevalencia y antecedente de aborto ( $P=0.00001$ ), siendo que las vacas positivas tuvieron 5 veces más posibilidad de abortar que las negativas, se estimó que de los abortos producidos el 23.2% puede atribuirse a *Neospora caninum*. Se identificaron 43 abortos durante la investigación y se calculó una tasa anual de abortos de 24.7% mediante la metodología de tablas de supervivencia. Para el 75% de los productores la producción de leche es su principal actividad y para cerca del 70% es su única fuente de ingresos por lo que la presentación de abortos coloca en riesgo la permanencia en la actividad pues se logró estimar que al producirse este problema en la salud reproductiva las pérdidas en la producción son de \$7 875.00 por concepto de leche que deja de venderse, sin contar con otros aspectos como el desecho prematuro de vacas o el costo por tratamientos. Se puede concluir que el aborto es una alteración reproductiva de gran importancia en este tipo de sistema ya que está alrededor de 5 veces más alto que los parámetros ideales y las causas infecciosas son similares a las reportadas en el sistema intensivo, la pérdida más importante es por la leche que se deja de producir y vender.

**Palabras clave:** Seroprevalencia, enfermedades abortivas, factores de riesgo

## **ABSTRACT**

The objective of the research was to estimate the seroprevalence of certain bovine diseases related with abortion; calculate the annual rate of abortions and to determine the productive, reproductive, economic and social effects that produces the problem. The research was conducted in three municipalities in the South East of the State of Mexico, were selected 29 units of milk production in small-scale system which had a population of 331 animals. Structural survey was applied to each producer, the animals were identified and opened a record production, reproduction and health monitoring, follow-up lasted a year and feeding activities, reproductive management and preventive medicine remained as routinely performed every producer at this time abortions were quantified and gathered information from the economics of production. A case-control study was conducted, 57 cows were selected as cases and 121 as control without previous abortion. Seroprevalences rates were neosporosis (51.7%), DVB (46.6%), IBR (18%), 11.8% leptospirosis. In contrast, no cows were detected as seropositive to brucellosis. Neosporosis there was the only disease in which association between prevalence and history of abortion ( $P = 0.00001$ ), being that positive cows were 5 times more likely to abort than negative, it was estimated that of the 23.2% produced abortions can be attributed to *Neospora caninum*. 43 abortions were identified during the investigation and calculated an annual rate of 24.7% of abortions by survival tables methodology. For 75% of farmers milk production is the main activity and about 70% is their only source of income so that the presentation of abortions stay put at risk in the activity as it was able to estimate that upon this reproductive health problem losses in milk production are \$7 875.00 by way of milk that does not sell, not to mention other things like premature cull of cows or cost per treatment. It can be concluded that abortion is a reproductive disorder of great importance in this type of system since it is about 5 times higher than the ideal parameters and infectious causes are similar to those reported in the intensive system, more importantly loss for milk stops producing and sell.

**Keywords: Seroprevalence, abortive diseases, risk factors**

## ÍNDICE

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN .....   | 1  |
| 2. | ANTECEDENTES .....   | 7  |
|    | 2.1 Contexto de la producción de leche en pequeña escala .....   | 7  |
|    | 2.2 Etiología del aborto .....   | 8  |
|    | 2.3 Pérdidas económicas por abortos bovinos .....  | 10 |
| 3. | PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....   | 12 |
| 4. | HIPÓTESIS .....  | 13 |
| 5. | OBJETIVOS.....   | 14 |
|    | 5.1 Objetivo general .....   | 14 |
|    | 5.2 Objetivos específicos .....  | 14 |
| 6. | MARCO TEÓRICO .....  | 15 |
|    | 6.1.1 Neosporosis.....   | 15 |
|    | 6.1.2 Diarrea Viral Bovina.....  | 18 |
|    | 6.1.3 Brucelosis.....  | 23 |
|    | 6.1.4 Leptospirosis.....   | 26 |
|    | 6.1.5 Rinotraqueítis Infecciosa Bovina.....  | 29 |
|    | 6.2 Impacto productivo y económico del síndrome de aborto (SAB).....   | 31 |
|    | 6.2.1 Factores de riesgo asociados a la presentación del SAB.....  | 32 |
|    | 6.2.1.1 Factores intrínsecos de la vaca.....   | 32 |
|    | 6.2.1.2 Factores genéticos.....  | 33 |
|    | 6.2.1.3 Edad de la vaca.....   | 33 |
|    | 6.2.1.4 Producción de leche.....   | 33 |
|    | 6.2.1.5 Influencia de patologías y abortos anteriores.....   | 34 |
|    | 6.2.1.6 Factores relacionados con la alimentación y el ambiente.....   | 34 |
|    | 6.2.1.7 Factores relacionados con el manejo.....   | 35 |
| 7  | MATERIAL Y MÉTODOS .....   | 37 |
|    | 7.1 Determinación de la situación seroepidemiológica de enfermedades relacionadas con el hato.....                             | 39 |
|    | 7.2 Estimación de la tasa de abortos mediante la metodología de Tablas de vida (Tablas de supervivencia) .....                 | 41 |
|    | 7.3 Estimación de los efectos productivos, sociales económicos. Valor del aborto.....  | 43 |
| 8  | RESULTADOS.....  | 44 |
|    | Abortos en ganado lechero del sistema de producción en pequeña escala y su relación con algunas enfermedades infecciosas ..... | 45 |
|    | El aborto bovino: Efectos productivos, económicos y sociales en la   |    |

|    |   |     |
|----|---|-----|
|    | lechería en pequeña escala en el Sur Oriente del Estado de México.....  | 67  |
|    | Estimación de la tasa de abortos .....  | 84  |
| 9  | DISCUSIÓN GENERAL .....   | 92  |
| 10 | CONCLUSIÓN GENERAL .....  | 97  |
| 11 | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 98  |
| 12 | ANEXOS .....  | 114 |
|    | ANEXO 1. Inmunoanálisis enzimático Anti- <i>Neospora caninum</i><br>HerdCheck IDEXX® .....  | 114 |
|    | ANEXO 2. Ensayo inmunoenzimático HerdCheck IBR-gB IDEXX®.....   | 117 |
|    | ANEXO 3. HerdCheck BVDV Ab es un ensayo inmunoenzimático de<br>IDEXX para la detección de anticuerpos frente al Virus de la Diarrea Viral<br>Bovina en suero, plasma y leche..... | 120 |
|    | ANEXO 4. Detección de anticuerpos frente a <i>Brucella abortus</i> CHEKIT<br>Brucellose-Serum .....   | 123 |
|    | ANEXO 5. Prueba de Tarjeta (Rosa de Bengala) y Prueba de Rivanol.....   | 126 |
|    | ANEXO 6. Prueba de aglutinación microscópica .....  | 127 |
|    | ANEXO 7. Encuesta para unidades de producción de bovinos<br>productores de leche en el Sur Oriente del Estado de México.....  | 130 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|  |    |
|--|----|
| <b>Cuadro 1.</b> Estructura de la producción lechera especializada en México.....  | 5  |
| <b>Cuadro 2.</b> Distribución de las unidades de producción por municipio y estrato utilizadas en el muestreo.....   | 39 |
| <b>Cuadro 3.</b> Estimación de la tasa mensual de abortos en bovinos del Sur Oriente del Estado de México.....   | 86 |
| <b>Table 1.</b> Serological status of some diseases associated with abortion in dairy cattle from three Municipalities of the State of Mexico.....   | 65 |
| <b>Table 2.</b> Estimation of the association between seropositivity and history of abortion by neosporosis, DVB, IBR, brucellosis and leptospirosis in cattle of the Municipalities of Amecameca, Ayapango and Tlalmanalco, State of Mexico. .... | 65 |
| <b>Tabla 1.</b> Distribución de las unidades de producción por municipio y estrato utilizadas en el muestreo.....  | 74 |
| <b>Tabla 2.</b> Casos de aborto de acuerdo al número de parto en vacas del sistema de producción en pequeña escala en tres municipios del Sur Oriente del Estado de México.....  | 77 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> Localización del sitio de estudio.....  | 37 |
| <b>Figure 1.</b> PCR amplified products with <i>Neospora caninum</i> initiators.<br>Lanes: M) molecular marker 50 bp, 1) positive control, 2) fetal brain, 3)<br>H <sub>2</sub> O Control..... | 66 |
| <b>Grafica 1.</b> Distribución mensual de los abortos en bovinos del sistema de<br>producción en pequeña escala en el sur oriente del estado de México.....                                    | 78 |

## 1. INTRODUCCIÓN

Alrededor del mundo, existe una necesidad creciente por bienes tales como alojamiento, educación y alimentos, entre otros; esto especialmente en los países en desarrollo como resultado del crecimiento de la población. Tal necesidad deriva en tener un aumento en la calidad de vida, o por lo menos, poseer el mínimo de satisfactores para mantenerse en condiciones de dignidad. Relacionado con esto, una presión notable ha sido puesta en los alimentos de origen animal, por lo que fundamentalmente el consumo de carne y leche se ha incrementado (FAO, 2005). Esta presión, ha llevado a un aumento en la producción pecuaria y a prácticas agrícolas más intensivas lo que ha provocado que en algunas áreas esto se traduzca en una disminución de la biodiversidad y de hábitats naturales debido principalmente a que la tierra ha sido explotada en una proporción mayor a lo que podía sostener (Saltijeral y Córdoba, 2002). En México, como resultado de la deforestación para la extracción de maderas preciosas y el subsecuente desarrollo de la agricultura y la ganadería, se ha estimado una pérdida promedio de 155 mil hectáreas de bosques y selvas cada año en el periodo comprendido entre 2005-2010, se considera que el 60% (139 millones de hectáreas) de la superficie del territorio nacional son zonas arboladas, lo que coloca a nuestro país como uno de los países con mayor deforestación a nivel mundial (CONAFOR, 2012).

Aun cuando esta situación es innegable y requiere el establecimiento de medidas que busquen mitigar estos efectos negativos contra la biodiversidad y el deterioro de los hábitats naturales también es cierto que, dicha productividad ha sido aumentada por la optimización de la crianza, la salud de los rebaños, el manejo del hato y la nutrición animal; sin embargo, en este sentido resulta igualmente importante subrayar que a pesar de ello, las fallas en una productividad sostenida reflejan los problemas asociados a la utilización incorrecta de los recursos naturales disponibles en las unidades de producción.

A pesar de que cada uno de los aspectos anteriores resultan importantes y deben ser atendidos de forma integral; en la explotación lechera, la reproducción



y la salud del hato han sido calificados como dos de los principales objetivos, debido a que la producción de leche depende de partos regulares de vacas sanas. Como es de suponerse esta condición tiene diferentes aristas y variables que suelen ser determinantes en la producción de leche, ya que no sólo depende de que las condiciones físicas en las que se tiene al hato sean las adecuadas en términos de humedad, temperatura, ventilación, etc., sino que también tiene que ver con el estado de salud de los animales, el cual en gran medida se encuentra asociado a su alimentación. En particular este aspecto de incrementar la producción de leche ha sido criticado ya que depende en gran medida de insumos tales como la soya y el maíz, los cuales son la base de los concentrados y la mayor parte de estos insumos son importados de países como Estados Unidos, Canadá y la Comunidad Europea; por tanto, la sustentabilidad a largo plazo es cuestionable; además de eso, estas entradas de insumos pueden representar el 60 a 70% de los costos fijos totales de producción. Es por esto, que se plantea que los sistemas de producción animal sustentable con un bajo impacto ambiental y mejora de la eficiencia económica pueden ser una vía de solución, por lo que en México ésta es un área de oportunidad nueva que poco a poco está generando mayor interés (Álvarez, 2009; García, 2009).

Los esfuerzos que se están realizando en este sentido obedece al hecho de que como en otros países en desarrollo, en México hoy más que nunca es prioritario mejorar los índices de productividad y competitividad en un marco de sustentabilidad en todas las actividades económicas para mejorar la calidad de vida a través de la generación de empleos que demanda la creciente población y de esta forma propiciar el desarrollo sostenido que requiere el país. En este sentido, el sector agropecuario presenta amplias oportunidades de contribuir a lograr un mayor crecimiento en la economía nacional; esto es particularmente cierto en la industria pecuaria, ya que se cuenta con suficientes recursos naturales y un elevado número de productores dedicados a esta actividad. Es por esto, que en uno de los sistemas en que se debe realizar un mayor esfuerzo es en el de la producción de leche de bovino; ya que la leche de vaca es un alimento básico para los humanos, particularmente para los niños y adultos mayores. A pesar de la

importancia que tiene la leche para la población humana en general, y especialmente para los grupos vulnerables como los referidos, tradicionalmente el país ha sido deficitario en el abastecimiento de leche y sus derivados, por lo que se importa anualmente alrededor del 20% del consumo nacional de estos productos. A pesar de ello, la producción de leche de bovino, es una de las ramas de la ganadería de mayor relevancia a nivel nacional, ya que no sólo se le confiere un alto valor por el tipo de nutrientes que aporta, sino que juega un papel fundamental en la economía del sector primario e industrial (Pomeón y Cervantes-Escoto, 2012).

En el caso específico de nuestro país, la importancia de la producción de leche se ha visto reflejada en el fortalecimiento de las políticas públicas de fomento a la actividad, que se ha manifestado en la última década al mantener una tasa media de crecimiento anual por arriba del crecimiento de la población, lo que ha coadyuvado a la disminución de las importaciones.

A pesar de los avances que han derivado de estas políticas públicas, quedan muchos retos que enfrentar ya que la producción de leche en México se desarrolla en condiciones muy heterogéneas, tanto desde el punto de vista tecnológico y socioeconómico, como por la localización de las explotaciones; aunado al hecho de que dada la variabilidad de las condiciones climatológicas, las explotaciones adquieren características propias por región, influyendo adicionalmente la idiosincrasia, tradición y costumbres de la población (SAGARPA-CGG, 2005). De tal forma que puede decirse que en términos generales en nuestro país se identifican tres grandes sistemas de producción: el intensivo, ubicado en las grandes cuencas lecheras del altiplano y en el norte; el de lechería familiar o en pequeña escala, localizado en los estados del centro y regiones montañosas; y el de doble propósito situado principalmente en las regiones tropicales en las costas del Golfo de México y del Océano Pacífico. Como es de suponerse, la producción de leche entre dichos sistemas se caracteriza por presentar grandes contrastes entre ellos, lo que genera una problemática compleja que requiere alternativas diferenciadas de solución.

De acuerdo a información reciente, el inventario de ganado especializado en la producción de leche en nuestro país para 2012 ascendió a 2.9 millones con una producción de 10 946 015 (miles de litros) (SIAP, 2013). Se estima que la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) entre 2007 y 2012 ha sido de 1.6 (SIAP, 2012). En el censo agropecuario del 2007 se estimó que del total de unidades de producción 121,111 (78.6%) tenían 30 vientres o menos, lo que representaba que el 35% del inventario (1,030.368 vientres), está en este tipo de hato aportando el 25.5% de la producción nacional; en este tipo de unidades de producción se ubica el sistema de producción familiar o en pequeña escala. En contraparte, en el sistema intensivo, 338 (0.22%) unidades de producción con 600 o más vacas que de acuerdo a el inventario integraban un total de 452,403 vientres especializados y contribuían con el 24.5% de la producción nacional (INEGI, 2007); (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Estructura de la producción lechera especializada en México.

| <b>ESTRATO<br/>VIENTRES</b> | <b>UNIDADES DE<br/>PRODUCCIÓN</b> |            | <b>VIENTRES<br/>LECHEROS</b> |            | <b>APORTE A<br/>PRODUCCIÓN<br/>NACIONAL</b> |
|-----------------------------|-----------------------------------|------------|------------------------------|------------|---|
|                             | <b>NÚMERO</b>                     | <b>%</b>   | <b>CABEZAS</b>               | <b>%</b>   | <b>%</b>                                    |
| <b>Hasta 10</b>             | 57,564                            | 37.37      | 278,684                      | 9.40       | 6.96  |
| <b>11 A 30</b>              | 63,547                            | 41.25      | 751,684                      | 25.34      | 18.53                                       |
| <b>31 A 60</b>              | 21,056                            | 13.67      | 576,748                      | 19.44      | 14.32                                       |
| <b>61 A 100</b>             | 7,267                             | 4.72       | 370,330                      | 12.49      | 9.74  |
| <b>101 A 300</b>            | 3,787                             | 2.46       | 403,020                      | 13.59      | 12.64                                       |
| <b>301 A 600</b>            | 486                               | 0.32       | 133,248                      | 4.49       | 5.31  |
| <b>601 A 1,000</b>          | 158                               | 0.10       | 88,200                       | 2.97       | 4.37  |
| <b>Más DE 1,000</b>         | 180                               | 0.12       | 364,203                      | 12.28      | 20.15                                       |
| <b>TOTAL</b>                | <b>154,045</b>                    | <b>100</b> | <b>2,966,117</b>             | <b>100</b> | <b>92.0</b>                                 |

Fuente: INEGI, 2007. Censo Agropecuario

Reportes recientes indican que en cinco Estados de la República Mexicana: Jalisco, Durango, Chihuahua, Coahuila y Guanajuato, se concentra el 52% del inventario nacional y el 55.7% de la producción de leche (SIAP, 2012); lo que ha llevado a inferir que la producción de leche requiere de más de 200 mil empleos permanentes remunerados (SIAP, 2013), considerando sólo las unidades productivas destinadas para tal fin; ya que adicionalmente, se considera que un número indeterminado de vacas en el sistema de doble propósito colaboran con el 8% de la producción de leche a nivel nacional principalmente de manera estacional, cuando existe abundancia de recursos forrajeros para el pastoreo. A

pesar de la diversificación de los sistemas de producción, existen factores que también afectan la productividad lechera.

Dentro de las causas que provocan disminución en la producción y por tanto, repercusión en el desempeño económico de las unidades de producción de leche está el aborto bovino, el cual es una alteración de la salud íntimamente relacionado con el eficiencia reproductiva de las vacas dentro de los hatos lecheros; ya sea en la presentación de casos esporádicos o brotes epidémicos, este problema es de creciente importancia debido a que impacta significativamente la productividad de los hatos, al deteriorar el desempeño productivo o incluso poner en riesgo la viabilidad de los mismos, al disminuir el número potencial de vaquillas de reemplazo y la producción de leche, sin dejar de lado las pérdidas relacionadas al incremento de los costos asociados con los recursos destinados a alimentación, la compra de medicamentos, inseminación y desecho prematuro de las vacas, entre otros.

En México, no existen datos oficiales que indiquen el porcentaje global de abortos en el ganado bovino; pese a esto, en algunos trabajos se ha mencionado un rango entre 7.5 y 12% en hatos del sistema de producción intensivo (Ávila, 2008); aunque también se reportan porcentajes elevados como 38.9% (Fabiela *et al.*, 2012). Es por esto que el aborto es uno de los más importantes desordenes reproductivos que se ve reflejado en los aspectos económicos (Je-In y Ill-Hwa, 2007; Gädicke y Monti, 2008).

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Contexto de la producción de leche en pequeña escala

Se ha mencionado que no sólo en México, sino en otros sitios del mundo el sistema de producción de leche en pequeña escala, representa una opción de vida en el medio rural al generar ingresos atractivos y seguros mediante una ocupación permanente en las propias comunidades, que evita la migración a las ciudades; es igualmente un detonador económico puesto que requiere de diversos insumos y a la vez, es un eslabón primario en otras cadenas como la transformación en productos lácteos; aunado a ello, los beneficios intangibles de la producción de leche en pequeña escala representan ingresos y componentes importantes en la vida de la familia productora (FAO, 2002; Espinoza-Ortega *et al.*, 2007).

Expertos de la FAO han establecido que la mejor opción para incrementar los ingresos y ganancias de los productores de leche en este sistema, ante escenarios de bajos precios para los productos agropecuarios y la poca capacidad de los productores para influir en el precio de la leche, es implementar estrategias para reducir costos de producción, ya que los escenarios mundiales indican que los precios al productor seguirán estancados o a la baja. Dentro de esas estrategias se han planteado una serie de propuestas encaminadas a abatir el costo de producción de la leche; tal vez el más mencionado es el disminuir los costos de alimentación, empleando mayormente los recursos forrajeros y no depender tanto de insumos generados fuera de la unidad de producción, como lo son los alimentos balanceados (Pica-Ciamarra y Otte, 2008).

Sin embargo, también existen otros aspectos de importancia que inciden en el costo de producción de la leche, como es el caso del síndrome de aborto, el que se ha subestimado ya que generalmente se tiende a considerar como la pérdida más importante la del producto de la gestación, sin tomar en consideración los costos asociados con la alimentación, tratamientos, inseminación o monta natural y el desecho prematuro de animales, la potencial pérdida en producción de leche o

de vaquillas de reemplazo, el aumento del intervalo entre partos, las secuelas como la infertilidad y la reabsorción embrionaria post-aborto, entre otros; problemas que en su conjunto impactan directamente sobre la productividad y viabilidad de los hatos, y que por tanto deben evaluarse de forma integral (Gädicke y Monti, 2008).

Por otro lado, con la apertura total a la importación de lácteos y sus derivados y la eliminación de los aranceles en el año 2009, acordado en el Tratado de Libre Comercio para América del Norte (TLCAN), la industria lechera en México se ha visto amenazada especialmente por la baja tecnificación, la predominancia de unidades de producción en el sistema de producción en pequeña escala, la insuficiencia de subsidios, así como por el aumento en los precios internacionales del maíz y la soya que se ven reflejados en el incremento de los costos de los alimentos balanceados, lo que obliga a buscar alternativas para mejorar la competitividad en dicha rama de la industria primaria (Espinoza-Ortega *et al.*, 2005; Espinosa *et al.*, 2008).

## **2.2 Etiología del aborto**

El aborto en el bovino es comúnmente definido como la pérdida del producto de la gestación a una edad entre los 42 y 260 días. La pérdida antes de los 42 días se considera como reabsorción embrionaria y después de los 260 días se considera como un parto prematuro (Fetrow *et al.*, 1990; Thurmond y Picanso, 1990; Forar *et al.*, 1996; Rivera, 2001).

Existen múltiples estudios en la literatura internacional que informan de diferentes etiologías que producen abortos, primordialmente las de origen infeccioso (McAlliser *et al.*, 1998; Dubey, 1999; Hoving, 2002a; Thurmond *et al.*, 2005). Sin embargo, no existe suficiente información que trate el síndrome del aborto bovino de manera integral, siendo que para que éste se presente es necesaria la conjunción de diferentes factores que producen la muerte fetal, lo que implica que diferentes tipos de mecanismos causales actúen en forma independiente o interactuando entre sí (Rothman, 2002).

Es importante considerar que en todo sistema productivo pueden presentarse abortos que no necesariamente signifiquen que el hato está expuesto a factores infecciosos o de riesgo; al respecto, se ha descrito como un rango aceptable o “normal” un porcentaje de abortos dentro de los hatos que va desde 3 hasta 5% (Hovingh, 2002a), aunque algunos autores describen que el índice de abortos en explotaciones intensivas ha sido calculado entre el 8 y el 19% (Thurmond *et al.*, 2005). Desde esta perspectiva, es elemental entender que además del costo individual que genere la presentación de un aborto, es necesario al mismo tiempo estimar el riesgo relativo que se produzca dentro de la explotación, independientemente de la etiología que lo provoque para tener un panorama más amplio del impacto que puede producirse por este problema dentro de las unidades de producción de leche (Bamber *et al.*, 2009).

Estudios realizados en nuestro país muestran que las causas infecciosas son las que han podido ser diagnosticadas como causas de aborto; entre las producidas por bacterias, la leptospirosis y la brucelosis son las más importantes; de etiología viral la Rinotraqueítis infecciosa bovina (IBR) y la Diarrea viral Bovina (DVB) (Cordova-Izquierdo *et al.*, 2007; Xolalpa *et al.*, 2010) y en cuanto a las parasitarias, se ha mencionado que la neosporosis es una enfermedad emergente y que puede ser la causante del incremento en el número de abortos como lo ha sido en otros países (Morales, 2001; Montiel-Peña *et al.*, 2011).

Históricamente, en México la brucelosis fue la principal causa de origen infeccioso que provocaba el aborto hasta la década de 1990; debido a la puesta en marcha de la Campaña nacional contra la brucelosis en los animales (NOM-041-ZOO-1995), para el año 2012 se reportó un 0.83% de prevalencia en bovinos a nivel nacional (SENASICA, 2012). Así mismo, otras causas de aborto, no menos importantes tales como la rinotraqueítis infecciosa bovina, diarrea viral bovina y leptospirosis han sido reportadas. Pero, desafortunadamente en una gran proporción de los casos no se llega a un diagnóstico definitivo de la causa que lo produce (Hoving, 2002b); en México se estima que aproximadamente el 70% de



las casos de aborto las causas que lo producen permanecen desconocidas (Ávila, 2008; Ortiz, 2004).

En el caso de las enfermedades parasitarias relacionadas con el aborto, en 1997, se realizó el primer reporte documentado en el que se mencionaba la presencia de lesiones compatibles con *Neospora caninum* en un feto bovino en México (Morales *et al.*, 1997); a partir de esto, diferentes estudios han sido llevados a cabo y se ha mencionado una alta prevalencia principalmente en el ganado bovino destinado a la producción de leche.

### **2.3 Pérdidas económicas por abortos en bovinos**

Algunos autores proponen que los abortos figuran como causantes de grandes pérdidas económicas en la industria lechera a nivel mundial (Kirkbride, 1992; Anderson, 2000). Desde la década de 1980, diversos trabajos han tenido como objetivo estimar las pérdidas producidas por los abortos en los sistemas lecheros; así, para el Estado de California en los Estados Unidos se estimó en USD\$ 640 el valor del aborto cuando una vaca presentó la pérdida de un feto de 100 días (Thurmond y Picanso, 1990), en otro estudio se cuantificó entre USD\$ 600 y USD\$ 800 (Eicher y Fetrow, 2003). Pfeiffer *et al.* (1997), calcularon el costo del aborto producido por la infección de *Neospora caninum* en NZ\$975 (Dólares neozelandeses) (USD\$ 624). Por su parte, Peter (2000), documentó un costo de USD\$ 600 a USD\$ 1,000. Sin embargo, los métodos empleados para obtener tales estimaciones no son completamente descritos.

Investigaciones más recientes como la realizada por Weersink *et al.* (2002) en el que no sólo se considera la pérdida directa del producto de la gestación, sino que además toma en cuenta las secuelas reproductivas y la reducción en la producción de leche, calculan que en Canadá dicho perjuicio asciende a CAN\$ 1,476 (USD\$ 1,286) por cada gestación interrumpida; asimismo, en otro trabajo realizado por De Vries (2006), al analizar los costos por la pérdida de una gestación sugiere que es importante tener en consideración factores como el mes de gestación cuando se presenta el aborto, la producción de leche que se deja de

producir, el número de lactación, así como el estado de lactación y de gestación de la vaca, para lo que estima una pérdida de hasta USD\$1,373.

En este mismo sentido y haciendo una valoración más integral Je-In y Ill-Hwa (2007), calculan en USD\$ 2,333 de mermas por un aborto, debido a que reflexionan sobre la repercusión al incrementar el número de días en el intervalo entre partos, así como los efectos por el aumento en el número de vacas desechadas.

En México, en un estudio realizado en 1998 por el Comité Técnico sobre aborto bovino en la Comarca Lagunera en Durango, se estimó el costo de un aborto en vacas de primer parto en \$10,684.20 y de \$12,549.60 cuando el aborto afectaba a vacas de más de dos partos (Córdova *et al.*, 2003). En todos estos casos el sistema de producción en el que se realizaron los estudios fue en el especializado o tecnificado.

### **3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

¿El aborto es un problema en el sistema de producción de leche en pequeña escala?

¿Cuál es la situación epidemiológica de las principales enfermedades que producen aborto, en bovinos del sistema de producción en pequeña escala?

¿Qué efectos productivos, económicos y sociales provoca el aborto bovino en el sistema de producción en pequeña escala?

#### **4. HIPÓTESIS**

Las causas que producen aborto en bovinos del sistema de producción en pequeña escala son similares a las que han sido identificadas en el sistema intensivo de producción de leche.

La tasa de abortos en unidades de producción del sistema de producción de leche en pequeña escala es mayor a los parámetros ideales debido a la falta de medidas de bioseguridad y de programas preventivos de control.

Las pérdidas económicas que produce el aborto en el sistema de producción de leche en pequeña escala, tiene mayor impacto en la medida en que el hato es más pequeño, lo cual pone en riesgo la estabilidad del mismo.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo general**

Estimar el valor del aborto y los efectos productivos, económicos y sociales que produce en bovinos del sistema de producción en pequeña escala del Sur Oriente del Estado de México.

### **5.2 Objetivos específicos**

- Determinar la situación seroepidemiológica de Diarrea Viral Bovina (DVB), Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IBR), Brucelosis, Leptospirosis y Neosporosis.
- Estimar la Tasa de abortos mediante la metodología de “Tablas de vida” (Tablas de supervivencia).
- Estimar las pérdidas económicas provocadas por el aborto.

## 6. MARCO TEÓRICO

El aborto bovino es una alteración de la salud que es considerada como una de las principales causas del decremento de la fertilidad, que además de impactar en la eficiencia reproductiva de las vacas dentro de los hatos lecheros, produce efectos económicos adversos para los productores, por las mermas asociadas no sólo por la pérdida del producto, sino por los costos que implica la inseminación, medicación (sobre todo en los casos en los que se da la retención de membranas fetales y el consecuente desarrollo de endometritis), los prolongados intervalos de postparto y particularmente por su afectación en la producción de leche, principalmente.

Esta alteración de la salud puede ser considerada como multifactorial, ya que el aborto puede presentarse como resultado de alteraciones genéticas, hormonales, la presencia de tóxicos, el manejo inadecuado de fármacos, traumatismos, errores en la nutrición que pueden manifestarse en forma de deficiencias nutricionales o enfermedades de carácter metabólico, o bien, puede ser producida por agentes infecciosos como bacterias, virus, parásitos y hongos. Diversos estudios han demostrado que en un 25-40% de los abortos es posible determinar las causas y de éstos del 90-95% éstas se encuentran asociadas a agentes infecciosos, de ahí la importancia de profundizar en el conocimiento de éstos, las enfermedades que producen y los efectos que generan especialmente relacionados con el aborto bovino.

### 6.1.1. Neosporosis

La Neosporosis es una enfermedad parasitaria causada por el protozoo intracelular *Neospora caninum*, el cual es reconocido como un microorganismo involucrado en importantes trastornos reproductivos en bovinos tales como abortos espontáneos, becerros nacidos muertos, fetos momificados, lesiones neuromusculares en terneros menores de 30 días y animales persistentemente infectados. Aun cuando el perro es el hospedador definitivo, el parásito ha sido identificado en bovinos, ovinos, caprinos, caballos y venados que actúan como

hospederos intermediarios, infectándose al consumir agua o alimento contaminado con ooquistes esporulados del parásito eliminados a través de las heces del perro (Dubey, 2003; Moore *et al.*, 2001; Valenzuela, 2005). La transmisión transplacentaria de una vaca infectada a su cría ha sido identificada como la principal ruta de infección y de perpetuación de la enfermedad entre los hatos, aún en la ausencia de perros (Gutiérrez *et al.*, 2007). El único signo clínico detectado en la vaca es el aborto ocurrido a partir del tercer mes de gestación y más comúnmente entre el quinto y sexto mes (Dubey, 2003; Quiroz, 2005).

En muchos casos se considera que la transmisión de la enfermedad se encuentra mayormente diseminada en ganado que es alimentado por pastoreo, debido a que el hospedador definitivo adquiere la enfermedad en la naturaleza de forma transversal luego de consumir bradizoitos contenidos en los quistes tisulares de tejidos infectados (placenta o fetos abortados), posteriormente, elimina los ooquistes inmaduros que después de unos cuantos días esporulan contaminando praderas, alimento o agua, el cual es consumido por el hospedador intermediario, el más relevante es el bovino, que en esta forma adquiere la enfermedad provocando el aborto a partir del tercero y hasta el noveno mes de gestación, o da lugar a la transmisión vertical pasándola a su progenie durante la gestación, de forma transplacentaria, naciendo un ternero con signos patológicos nerviosos o aparentemente sano, la cual ha sido comprobada como la principal ruta de transmisión y perpetuación de la enfermedad entre los hatos, en el caso de que la cría sea hembra tiene más riesgos de abortar o de perpetuar la enfermedad, de esta forma no es necesario la presencia de perros para que el agente este presente infestando el hato, la transmisión de la enfermedad entre vacas se ha demostrado que no se produce (Anderson *et al.*, 2003; Dubey, 2003., Morales, 2005).

En las vacas adultas el principal y único signo es el aborto a partir del tercer mes de gestación, el cual puede presentarse esporádicamente (abortos enzoóticos) o en grupos de vacas en lo que se conoce como tormenta de abortos, cuando varias vacas abortan en un periodo corto de tiempo (epizoóticos). Los fetos pueden morir en el útero, ser reabsorbidos, momificados, autolisados o nacer

mueritos. También es posible que el producto nazca vivo con signos clínicos o nacer clínicamente sano pero persistentemente infectado (Anderson, 2003; Dubey, 2003).

La Neosporosis ha sido reportada en diversas partes del mundo, y actualmente se considera como la principal causa de abortos y pérdidas económicas en el ganado lechero y de carne (Gasque, 2008). En México la enfermedad fue reportada por primera vez en 1997 (Morales *et al.*, 1997); estudios subsecuentes en hatos lecheros en nuestro país muestran la exposición al agente, aunque han sido pocos los Estados de la República Mexicana en que se han realizado evaluaciones, se ha logrado evidenciar la seroprevalencia a *Neospora caninum* tanto en vacas como en fetos abortados. En Guanajuato de la evaluación de 364 muestras, se determinó que en los sistemas de producción de leche la prevalencia fue de 23.23%, en los producción de carne 14.29% y doble propósito 11.59% (Córdova *et al.*, 2002); en tanto que en Tijuana la prevalencia fue de 12.35%. En una evaluación hecha en cerebros de 44 fetos abortados en establos en Aguascalientes, se encontró que el 75% de las muestras analizadas resultaron positivas a este agente, éste fue el primer estudio en México donde se utilizó PCR para la detección de la Neosporosis (Medina, *et al.*, 2004).

En el Norte de México se evaluaron los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas para conocer la situación de Neosporosis en esa región. Se obtuvieron sueros de ganado bovino productor de leche 90% y carne 10%, se procesaron 623 muestras sanguíneas procedentes de 44 hatos bovinos pertenecientes a 16 municipios 4 de Coahuila, 8 de Nuevo León y 4 de Tamaulipas. En Coahuila, se obtuvo una prevalencia de 45%, en Nuevo León de 40% y en Tamaulipas de 16%, en dos municipios de esta entidad (Nuevo Laredo y Guerrero) no se encontró seropositividad a *Neospora caninum* (Salinas *et al.*, 2005). Por otra parte, en la cuenca lechera del Centro Industrial Agropecuario en Tizayuca, Hidalgo se encontró una incidencia alta de 70%. En otras investigaciones realizadas en la zona centro y sur del Estado de Veracruz se muestrearon a 200 animales seleccionados aleatoriamente y que se encontraran



en etapa reproductiva. En la zona centro fueron estudiados ganado productor de carne, leche y doble propósito, los criterios de inclusión fueron animales en edad de reproducción sin importar si existía presencia de aborto o no. Se seleccionaron por medio de un muestreo por conveniencia 4 municipios de los cuales se estudiaron 18 ranchos en los que tan solo uno fue negativo, la prevalencia general fue de 20.06%, y a nivel municipio oscilo entre 0% y 32.50%. En la zona sur solo se estudió ganado de doble propósito incluyéndose a sementales. Se trabajaron 15 ranchos de los 4 municipios seleccionados, refiriendo una seroprevalencia general de 30.36 %, el rango de prevalencia entre los ranchos estudiados fue de 0% a 50% (Aguilar, 2008; Martínez, 2008).

En una revisión de 122 estudios entre 2005-2011 se reportan prevalencias a nivel nacional 34,7 %, y en el Estado de México de 47 % (Rubio *et al.*, 2012a). En sistemas especializados también se han mostrado prevalencias altas en ganado lechero, particularmente en los Estados de Coahuila y Aguascalientes con 45% y 53.3%, respectivamente (Salinas *et al.*, 2005; Meléndez *et al.*, 2010).

### **6.1.2. Diarrea Viral Bovina**

La Diarrea Viral Bovina (VDVB) es uno de los agentes infecciosos más importantes a nivel mundial y es endémico en la mayoría de las poblaciones bovinas (Lértora, 2003; Vargas *et al.*, 2009); causa considerables pérdidas económicas, principalmente de origen reproductivo tanto en ganado de carne como lechero, afectándolo también de diversas formas las cuales están supeditadas a la edad del animal, estado inmunológico y momento de la gestación en el que se produce la infección (Rondón, 2006).

Es una enfermedad causada por un virus ARN, de cadena simple y polaridad positiva, no asignado a ningún Orden, de la Familia *Flaviviridae*, Género *Pestivirus*. Se han descrito dos especies, el Virus tipo 1 y el Virus 2 (Rondón, 2006; ICTV, 2012; Vargas *et al.*, 2009). Dentro del VDVB tipo 1 se han reconocido los genotipos 1a, 1b, 1c y 1d (Jones, 2002). Ambos tipos pueden presentarse como biotipos citopáticos (CP) y no citopáticos (NCP), que pueden ser

diferenciados en cultivo celular (Jönsson, 2013). En los que el efecto citopático que producen es vacuolización y desprendimiento de la monocapa celular (Jones, 2002; Lértora, 2003). El VDVB está cercanamente relacionado con el virus de la Fiebre Porcina Clásica (Rondón, 2006).

El éxito evolutivo de este virus es su capacidad para atravesar la placenta, infectar al feto y establecer persistencia la cual continúa después del nacimiento, permitiendo al virus mantenerse en el ambiente (Jones, 2002). Además su alta frecuencia de mutación y la tendencia a la recombinación, lo han llevado a tener una gran diversidad genética y antigénica, problema que se ve reflejado en las múltiples manifestaciones clínicas de los animales afectados lo que dificulta el control a través de la vacunación (Vargas *et al.*, 2009). La especie bovina es el principal reservorio y fuente de infección del virus, responsable de una amplia variedad de formas clínicas que van desde formas subagudas que pasan desapercibidas a formas hemorrágicas letales.

La infección por el VDVB puede resultar en la presentación clínica de cuatro síndromes: Diarrea Viral Bovina (infección postnatal primaria), la infección persistente (PI), la enfermedad de las mucosas (EM) y el Síndrome Hemorrágico (Pedrera *et al.*, 2011).

En la infección postnatal primaria, el animal puede desarrollar una enfermedad respiratoria, digestiva o reproductiva, que puede tener desde un curso subclínico hasta una presentación severa con alta mortalidad, manifestación de una enfermedad generalizada (Vargas *et al.*, 2009).

Los PI son animales que se infectan por vía transplacentaria en etapa temprana de la gestación, lo que permite el reconocimiento por el sistema inmune de los antígenos virales como propios, lo cual generará un animal PI, en caso de que la gestación llegue a término (Jones, 2002). La infección persistente ocurre cuando la infección se da entre los 35 a 125 días de gestación con biotipos NCP (Rondón, 2006). Estos animales eliminarán el virus durante toda su vida en los fluidos corporales (Jones, 2002). Sin embargo, la infección reproductiva o fetal

produce diferentes resultados clínicos que dependerán del momento en que se produce la transmisión por vía transplacentaria durante la gestación. La infección puede provocar disminución de la fertilidad en hembras y machos, reabsorción embrionaria, momificación fetal, muerte fetal, aborto, defectos congénitos, nacimiento de terneros débiles y por el contrario pueden nacer becerros normales con anticuerpos neutralizantes para VDVB (Fulton *et al.*, 2009; Vargas *et al.*, 2009).

La enfermedad de las mucosas se desarrolla a partir de animales PI que se infectan con un virus CP, para que el síndrome se desarrolle se requiere que haya cierta homología entre las cepas que están infectando, no todas las combinaciones entre biotipos CP y NCP resultan en enfermedad (Houe *et al.*, 2006). Los signos de este síndrome son diarreas sanguinolentas, erosiones, ulceraciones y hemorragias en las superficies mucosas de la cavidad oral, esófago, estómago, abomaso e intestino y muerte a las dos o tres semanas de la aparición de los signos (Pedrera *et al.*, 2011).

Otro síndrome reportado es el síndrome hemorrágico, denominado así debido a la presentación de diarrea con sangre, epistaxis, congestión de mucosas, fiebre y además leucopenia, linfopenia y neutropenia. Este síndrome ha sido relacionado con la especie de VDBV tipo 2 (Machado *et al.*, 2010).

El VDVB se trasmite de forma vertical u horizontal; por contacto directo por vía oral o nasal, asimismo de forma indirecta por vía aérea a corta distancia y aerógena cuando están implicadas cepas altamente virulentas y con alta densidad animal. La inseminación artificial con semen de toros PI y mediante transferencia de embriones. La principal fuente de infección son los animales PI. El virus se elimina en secreción nasal, saliva, orina, materia fecal, lágrimas, semen y leche (Lértora, 2003).

El virus penetra por las vías oral o nasal, realiza una replicación primaria en las células epiteliales y en células linfoides y macrófagos de ganglios de orofaringe, el virus se disemina por vía sanguínea y linfática a todo el organismo o

inclusive atraviesa la placenta. Las vacas seronegativas pueden ser infectadas por vía sexual con semen de toros PI, en los cuales la eliminación del virus se extiende más allá del período de viremia, debido a la replicación local en vesículas seminales y próstata (Rondón, 2006). Finalmente el virus se replica en distintas mucosas desde las cuales puede ser excretado (Houe *et al.*, 2006).

La infección postnatal primaria o forma aguda se presenta en animales seronegativos en especial en animales entre 6 a 24 meses de edad y afecta al sistema respiratorio y digestivo (Rondón, 2006; Pedrera *et al.*, 2011).

En las hembras bovinas, experimentalmente se ha observado que el virus tiene efecto sobre la fertilidad, produce ovaritis, disfunción ovárica, alteración del medio ambiente durante la fecundación y efecto directo sobre los gametos. El embrión bovino es susceptible a VDVB dentro de las 2 semanas de incubación (emergencia de la zona pelúcida) y probablemente después de la implantación entre los 19 y 20 días post concepción y/o al desarrollo de cotiledones fetales, alrededor del día 30 post concepción (Kampa *et al.*, 2004).

En las hembras gestantes, el VDVB es capaz de atravesar la placenta y la barrera hematoencefálica fetal, ocasionando lesiones en el sistema nervioso central (principalmente cerebelo). La severidad de las lesiones se incrementa con la edad del feto al momento de la infección. Además deformaciones esqueléticas (miembros posteriores, frontales doblados, braquignatismo mandibular, alopecia y anomalías en cabeza y mandíbula). Parece ser que su mecanismo de patogenicidad es debido a una afección en la glándula tiroidea fetal, que resulta en la producción de bajos niveles de T (triyodotironina) y T (tiroxina) (Rondón, 2006).

Para que la infección fetal resulte en el nacimiento de crías inmunotolerantes a VDVB, la infección debe ocurrir por un biotipo NCP y en el primer trimestre de gestación, dado que el sistema inmune fetal antes del día 125 de preñez no reconoce al VDVB como agente extraño, aunado a que la mayor expansión de órganos linfoides fetales y sus poblaciones leucocitarias ocurren en el tercer trimestre de la gestación (Pedrera *et al.*, 2011).

El VDVB tiene afinidad por células del sistema inmune, causa inmunosupresión de la respuesta inmune adaptativa. El grado de supresión depende del tipo de cepa involucrada en la infección, se desconoce si el efecto es a nivel de la activación de los macrófagos como células presentadoras de antígeno con la posterior liberación de citocinas proinflamatorias para la adecuada coestimulación de las respuestas inmunes específicas. Después de la infección con VDBV se reduce el número de linfocitos T. Además los biotipos CP parecen estimular una respuesta Th1, mientras que los biotipos NCP la Th2, comprometiendo a la vía de estimulación de los linfocitos T citotóxicos, mecanismo de defensa importante en la infección viral intracelular (Chase, 2013; Rondón, 2006). Este estado de inmunosupresión permite infecciones secundarias, principalmente por virus, hay evidencia epidemiológica de que el VDVB está directamente asociado con el complejo respiratorio bovino (Vargas *et al.*, 2009).

Entre las metodologías diagnósticas se cuenta con la detección de antígeno, la detección de anticuerpos y la detección del genoma viral. El aislamiento viral en cultivo celular es fácil debido a que el virus se replica en muchas líneas celulares, con las desventajas de su alto costo, ejecución laboriosa y el tiempo que hay que esperar para obtener los resultados así como la posible contaminación con otras cepas del virus, de las células y el suero utilizados en esta técnica. El aislamiento puede realizarse a partir de suero, sangre, tejidos fetales, secreciones nasales, vaginales y semen. Otras pruebas utilizadas para detectar antígeno son inmunohistoquímica y ELISA por competencia, en las que se utilizan anticuerpos monoclonales o policlonales marcados. La detección de anticuerpos específicos se realiza mediante pruebas serológicas como Seroneutralización y ELISA indirecto y competitivo (Lértora, 2006).

En las poblaciones bovinas la seroprevalencia alcanza un nivel de seropositividad del 40- 80% (Vargas *et al.*, 2009). En Argentina se ha reportado una seroprevalencia del 37– 70% (Jones, 2002); y de 60 a 80% de acuerdo con Lértora, (2003). En los hatos Colombianos del 50-58% (Peña, 2011).

En Bélgica se encontró una prevalencia a nivel de hato de 47,4%, mientras que a nivel animal fue de 32.9% (Sarrazin *et al.*, 2013). En el 44,4% de los rebaños que se detectaron anticuerpos al menos el 60% de la población era ganado joven (Houe *et al.*, 2006). En Uganda, la proporción de seropositividad encontrada va del 20 al 39%; en este estudio, el uso de monta natural en lugar de Inseminación Artificial fue un factor de riesgo estadísticamente significativo, debido a que el virus se elimina en el semen (Jönsson, 2013).

En México, en la región del altiplano central, Moles *et al.* (2002a), encontraron una prevalencia de 72.3% en sueros de bovinos en los que simultáneamente se probaron para Rinotraqueítis Infecciosa Bovina, Leptospirosis y Brucelosis. Por otro lado, en la zona centro de Veracruz, se analizó ganado de doble propósito mediante la técnica de ELISA, encontrando una prevalencia de anticuerpos anti VDVB en cuatro municipios muestreados de 42.36%, el municipio con menor prevalencia mostró 30.9% y el de mayor 56% (Godoy, 2008).

### **6.1.3. Brucelosis**

La brucelosis es una zoonosis importante y una causa significativa de pérdidas reproductivas en los animales, en los bovinos esta enfermedad es causada por *Brucella abortus*. Las secuelas más comunes son abortos, placentitis, epididimitis y orquitis, aunque también se han informado otros síndromes. El impacto principal de esta enfermedad, es el económico; las muertes son infrecuentes, excepto en los fetos y neonatos (Carvalho *et al.*, 2010).

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-041-ZOO-1995 “Campaña Nacional contra la Brucelosis en los Animales”, la brucelosis pertenece a la lista “B” de la Oficina Internacional de Epizootias (OIE) e incluye la brucelosis bovina, ovina, caprina y porcina donde se enumeran enfermedades transmisibles que se consideran importantes desde el punto de vista socioeconómico y/o sanitario a nivel nacional y cuyas repercusiones en el comercio internacional de animales y productos de origen animal son considerables (OIE, 2003). Aunque la brucelosis

bovina lleva más de un siglo de haber sido descubierta y se encuentra distribuida en todo el mundo, algunos países muestran una mejor situación sanitaria comparada con otros, ya que incluso se ha erradicado de algunas regiones como los países escandinavos (Rodostist *et al.*, 2001).

En nuestro país, la brucelosis es considerada como un problema de salud animal con implicaciones económicas en la ganadería a nivel nacional. Según datos reportados por la SAGARPA, las pérdidas anuales se estiman en 75 millones de pesos, cantidad que corresponde a mermas en la producción láctea, de 60 millones de pesos y abortos por 11 millones (NOM-022-SSA2-1994). Estas pérdidas económicas se originan al persistir la enfermedad en el ganado, y alcanzar el 3.8% en bovinos productores de carne y un 12.0% en bovinos productores de leche, por lo que en general se calcula que se afectan 2.8 millones de cabezas (bovino 55% y caprino 45%) (NOM-022-SSA2-1994).

En un estudio realizado en animales del altiplano central de la República Mexicana se encontró 6.8% de reactores positivos a brucelosis, considerándose como aceptable, al tomar en cuenta los valores de prevalencia estimados para esta enfermedad en México los cuales fluctuaban entre 4 y 11% (Moles, 2002a). En la cuenca lechera de Tizayuca, Hidalgo, que es una de las principales zonas lecheras de México por la cantidad de animales especializados que alberga y por su sistema de producción intensivo e industrializado, se detectó un problema importante de baja eficiencia reproductiva y un creciente número de casos de abortos, que se atribuyeron a una amplia gama de agentes infecciosos, estimándose una prevalencia de abortos de 11,4% y con tendencia hacia el aumento por las dificultades de financiamiento para su control (Xolalpa *et al.*, 2010).

Aun cuando en algunos estudios realizados en México, se señala el impacto económico de la implementación de programas de control y erradicación de la brucelosis bovina; no obstante, en éstos no se tiene en cuenta las pérdidas que

provoca la enfermedad debido a los bajos rendimientos productivos y la presentación de los diferentes eventos de falla reproductiva (Muñoz *et al.*, 2007).

La Brucelosis está ampliamente distribuida en el mundo y representa gran importancia económica debido a las pérdidas productivas y reproductivas que produce, sobre todo en el ganado lechero lo que lleva obligadamente a pasteurizar toda la leche que se destine para consumo humano. La incidencia y prevalencia de la brucelosis tienen importantes variaciones geográficas. Las zonas de mayor prevalencia corresponden a la región del Mediterráneo, Asia occidental, algunas partes de África y América Latina, teniendo especial importancia en los países en desarrollo (México, Brasil, Perú, Colombia y Argentina) (Castro, *et al.*, 2005; Carvalho *et al.*, 2010).

La enfermedad puede ser adquirida tanto por mamíferos silvestres como por animales domésticos, se han encontrado indicios de que estas especies transmiten la enfermedad al ganado bovino. El agente puede aislarse de diversos órganos, no solo de ubres y útero, así también puede encontrarse en diversas secreciones (leche, orina, loquios, heces y semen), así como en placenta y feto, lo cual hace que el manipular cadáveres o dichas secreciones represente un muy alto riesgo. Las mermas que producen son de gran importancia, debido principalmente a la pérdida de becerros, leche, infertilidad de las vacas y el incremento de los días abiertos (Samartino, 2006a). La infección se presenta en bovinos de todas las razas y edades, pero con mayor frecuencia en animales adultos. En becerros la enfermedad se adquiere en el útero y puede permanecer latente en el ternero durante toda su vida. Los terneros nacidos de hembras reactivas son serológicamente positivos debido a la ingestión de anticuerpos calostrales y suelen tornarse serológicamente negativos aun cuando posean la infección. La enfermedad puede contagiarse vía oral, conjuntival, aérea, cutánea, venérea, por potreros contaminados, agua contaminada, secreciones, fetos abortados, neonatos infectados, etc. La propagación dentro del hato ocurre de manera horizontal (por la convivencia entre animales sanos y enfermos) o vertical (provocada por la infección dentro del útero) (Samartino, 2006b).



#### 6.1.4. Leptospirosis

La leptospirosis es una enfermedad zoonótica, producida por una espiroqueta del género *Leptospira*, que afecta a los animales domésticos y silvestres, así como al hombre (Sandow y Ramírez, 2005). Las leptospiras han sido clasificadas tomando como base a sus determinantes antigénicos en dos especies, las leptospiras patógenas se agrupan dentro del “complejo interrogans”, las otras se ubican en el “complejo biflexa” que agrupa principalmente a las saprófitas (no patógenas) (Adler, 2011). Existen al menos 4 serogrupos saprófitos y más de 250 serovares agrupados en más de 12 serogrupos de *L. interrogans* (Adler, 2010).

Cada especie animal puede ser infectada por diferentes serovares aunque por lo general se presenta una clara adaptación al persistir por largo tiempo en hospederos particulares, en particular *L. hardjio* se encuentra en los bovinos, cuya forma más frecuente de transmisión se da de manera horizontal directa (contacto directo). La transmisión puede producirse mediante la entrada de leptospiras por vía inhalatoria o conjuntiva, o bien por vía venérea, aunque la transmisión sexual no ha sido plenamente demostrada; existe la posibilidad también de una transmisión vertical, tanto por vía transplacentaria, como galactófora (Alonso-Andicoberry *et al.*, 2001).

El medio ambiente juega un papel importante en el ciclo de vida y transmisión de la leptospirosis ya que la infección normalmente se da por contacto de la piel o mucosas con aguas contaminadas por orina de animales infectados (transmisión indirecta) (Amaya, 2009). Las manifestaciones clínicas de la enfermedad suelen ser muy variadas, ya que todo depende de la serovariedad involucrada, la especie animal afectada y las condiciones ambientales (Moles *et al.*, 2002a). En los bovinos se presentan diferentes manifestaciones clínicas, pero generalmente se manifiestan dos formas: un síndrome clínico con tendencia aguda (infección accidental), caracterizada por producir abortos, hemoglobinuria e ictericia, mastitis, observándose coágulos de sangre y en algunos casos agalactia; la otra forma clínica se caracteriza por una tendencia sub-clínica a crónica

(infección de mantenimiento) presentando alteraciones de tipo reproductivo: infertilidad, repetición de servicios, neonatos débiles, entre otros y son los principales diseminadores de la enfermedad (leptospirosis) (Van Balen *et al.*, 2009).

La leptospirosis es la zoonosis con mayor distribución en el mundo (Lo *et al.*, 2006) en el ganado bovino ocasiona pérdidas económicas, produciendo efectos sobre la reproducción, mortinatos, abortos y/o nacimientos de crías débiles e infertilidad; provocando también pérdidas por el “síndrome de caída brusca de leche” o agalactia transitoria; en animales jóvenes puede darse aunque muy rara vez, aparece un cuadro agudo grave que cursa con fiebre, ictericia, hemorragias, hemoglobinuria y que acaba con un curso fatal (Alonso-Andicoberry *et al.*, 2001). Se ha considerado que la mortalidad es baja (5%) y la morbilidad suele ser elevada hasta el 100% de los animales (Luna *et al.*, 2005). En cualquiera de los casos esta enfermedad incide negativamente en la rentabilidad de la explotación (Van Balen *et al.*, 2009).

En México, la leptospirosis bovina tiene una amplia distribución y una seroprevalencia elevada del 46.6 al 49.7% y se encuentra presente en las distintas regiones ecológicas del país (Luna *et al.*, 2005; Rubio *et al.*, 2012), para el Estado de México se reporta el 11%. En 1989 investigadores de la Universidad Autónoma Metropolitana aislaron a partir de un feto bovino una cepa de *Leptospira interrogans* (cepa H-89) la cual fue clasificada posteriormente como *hardjo* genotipo hardjoprajitno, estudios realizados en bovinos del Estado de Yucatán han revelado que se encuentra ampliamente distribuida en otras zonas ganaderas del país (Torres, 2001). Estudios realizados en diferentes entidades del país han reportado en el valle de Atlixco, Puebla, una frecuencia de bovinos positivos de 84.4%; para el Estado de Guerrero una prevalencia del 77.77%, de 53.96% en Hidalgo y de 42% para el Estado de México.

En un estudio serológico realizado para determinar la seroprevalencia de leptospirosis bovina en México, se analizaron 4 043 sueros de bovinos

procedentes de distintas regiones del país; el análisis indicó que existía una frecuencia de 31.1% de bovinos positivos a *Leptospira* (Moles *et al.*, 2002a). En 2005, en un estudio realizado en 17 estados de la República Mexicana sobre la seroprevalencia de leptospirosis bovina, considerando las regiones ecológicas, reveló una alta prevalencia en la región del trópico húmedo con una tasa del 63.8%, seguido por el trópico seco con un 45.9%, el clima templado con 39.4% y la región árida y semiárida con un 37.8%, indicando también que las serovariedades con más frecuencia son *hardjo*, *wolffi*, y *tarassovi*, aunque en el clima templado también se encuentran con una alta prevalencia las serovariedades cepa Palo Alto (*icterohaemorrhagiae*), cepa Sinaloa ACR (*porlandvere*) y *bratislava* (Moles, 2002b).

La transmisión directa entre los animales, se hace tras la exposición a orina contaminada, fluidos uterinos (post aborto), a través de heridas, membranas mucosas (nasal, conjuntiva, tracto uterino), generalmente estas son las vías más importantes de contagio para la serovariedad *hardjo*; ya que frecuentemente las manifestaciones clínicas se presentan independientemente de las condiciones ambientales. Por su parte, la transmisión indirecta tiene un papel muy importante en las infecciones accidentales (Ellis, 2001); tanto en el hombre como en los animales (Alonso-Andicoberry *et al.*, 2001), ya que ocurren cuando hay una exposición a un ambiente contaminado con material infectado y se ven favorecidas por factores que permiten la supervivencia, como un alto grado de humedad, un pH del suelo neutro o ligeramente alcalino y una temperatura de 28 y 30°C, son factores importantes para la permanencia y diseminación del agente causal (Torres, 2001).

Las manifestaciones clínicas de los bovinos en el caso de la serovariedad *hardjo*, generalmente cursan como casos crónicos, mientras que cuando la infección es ocasionada por otras serovariedades, las manifestaciones cursan con un cuadro clínico agudo y signos muy aparentes (Moles *et al.*, 2002b). Las manifestaciones clínicas que pueden presentar los bovinos infectados por leptospirosis son: a) Forma aguda: los becerros menores a un mes de edad son

los más susceptibles, presentando fiebre alta (40.5-41.5°C), septicemia, anemia hemolítica con hemoglobinuria, ictericia, meningitis, congestión pulmonar y una alta mortalidad, b) Fase leptospirémica o fase subaguda: es común en animales adultos y puede durar hasta 15 días, presentándose “síndrome de caída de leche”, mastitis con coágulos de sangre, fiebre, anorexia, postración; en esta fase las leptospiras entran al torrente sanguíneo llegando a órganos internos: hígado, riñones, útero, ovarios, testículos, la fase leptospirémica cesa con la aparición de anticuerpos, c) Fase leptospirúrica o forma crónica: caracterizada por alteraciones de tipo reproductivo: infertilidad, repetición de servicios, abortos durante el último tercio de la gestación (6-9 meses), pudiendo ser simultáneos o bien una “tormenta de abortos” (Sosa, 2009).

#### **6.1.5. Rinotraqueítis Infecciosa Bovina**

La rinotraqueítis infecciosa bovina (IBR, por sus siglas en Inglés) es producida por el herpesvirus bovino tipo 1 (HVB-1) (Betancur *et al.*, 2006); es una enfermedad de distribución mundial que clínicamente afecta al ganado bovino y ocasionalmente al caprino. Produce alteraciones en el sistema respiratorio y reproductivo, relacionadas con rinotraqueítis, conjuntivitis, vulvovaginitis, enteritis, mastitis, abortos, encefalitis, infecciones generalizadas en animales jóvenes y fallas reproductivas, lo que la convierte en una enfermedad que representa potencialmente un gran impacto negativo en el ámbito económico para los sistemas de producción ganadera (Piedrahita *et al.*, 2005).

El virus se transmite en forma directa por aerosoles o por contacto con animales infectados, a partir de secreciones respiratorias, oculares y del tracto reproductivo, o en forma indirecta a través de personas o equipos. También se puede transmitir a través del semen, bien sea por monta natural o por inseminación artificial e incluso durante la transferencia de embriones. Uno de los mayores problemas en el control de la infección del HVB-1 es la capacidad del virus de permanecer en estado latente y persistir así por largos períodos de tiempo o reactivarse periódicamente, como consecuencia de estrés fisiológico

del animal o por tratamiento con corticoides (Betancur *et al.*, 2006). Los indicadores epidemiológicos son importantes para diseñar programas de control y para evaluar continuamente el comportamiento de esta enfermedad en las unidades de producción, así como realizar análisis de riesgo (Magaña *et al.*, 2005).

En México, la SAGARPA solo contempla a la Brucelosis y Tuberculosis en una campaña nacional de control y erradicación, al igual que la rabia paralítica bovina y garrapatas. En el caso de IBR como en otras enfermedades cuando se presentan problemas en el ganado, al Médico Veterinario Zootecnista le informan o solicitan de sus servicios después del aborto o muerte de los animales (Retana, 2007), por lo que se estima que en nuestro país permanecen como desconocidas las causas de los abortos en más de un 70% de las veces. Las principales causas de desecho involuntario en vacas son las afecciones reproductivas y dentro de las mismas, un porcentaje alto se relaciona con el aborto (Meléndez *et al.*, 2010).

La IBR es una enfermedad ampliamente extendida en México, aunque su impacto económico y en los indicadores reproductivos no son bien conocidos (Magaña *et al.*, 2005); es una enfermedad enzoótica de notificación obligatoria en México por su efecto significativo en la producción pecuaria. Además, pertenece al grupo B del Código Zoonosario Internacional por su importancia estratégica para las acciones de salud animal en cada país; en México, la IBR es una de las enfermedades infecciosas de gran importancia en los hatos lecheros, pues en la mayoría de los animales la enfermedad transcurre en forma subclínica; tiene como principal característica el aborto y como consecuencia la pérdida de la cría y la lactancia, afectando los parámetros reproductivos y productivos e incrementando notablemente las pérdidas económicas (Bracho *et al.*, 2006).

## **6.2. Impacto productivo y económico del síndrome de aborto (SAB)**

Las pérdidas sobre la producción que produce el SAB deben identificarse integralmente, ya que no sólo corresponden a la potencial pérdida del ternero, sino también a todas las acciones que se debieron realizar para lograr la gestación en la vaca, como son gasto de semen, personal, alimentación, espacio ocupado en infraestructura, etc. Además se deben considerar las pérdidas productivas del pico de producción de leche futura no realizada como consecuencia del alargamiento del intervalo entre partos, y de secuelas como infertilidad o de pérdidas embrionarias tempranas post-aborto y alargamiento del intervalo generacional.

Los problemas de aborto pueden ser una importante causa de eliminación de vacas, pudiendo llegar al 30 o 40% del total de reemplazos (Je-In y Ill-Hwa, 2007), siendo más perjudicial cuando se aplica a animales que tengan vida útil o animales de gran valor genético dentro del rebaño. Se han realizado numerosos estudios, utilizando diferentes técnicas para estimar las pérdidas económicas producidas por los abortos en los sistemas productivos lecheros. Se reportan antecedentes para lecherías en California en la década de los 80, donde se estimó que si una vaca aborta un feto de 100 días, significa una pérdida de USD\$ 640 (Thurmond y Picanso, 1990).

En general, las investigaciones que abordan la temática del aborto bovino a nivel nacional se enfocan al estudio de una patología en especial y no se analiza la presentación de estas enfermedades en relación a factores de hato o de los animales. Es necesario que los diseños de los estudios permitan realizar inferencias a la población general, o a estratos específicos de ellos; además es importante que permitan analizar los factores en forma conjunta y deducir relaciones causales más que de asociación estadística, para lo cual se precisan estudios prospectivos con adecuados grupos de comparación (Dohoo *et al.*, 2004).

### **6.2.1. Factores de riesgo asociados a la presentación del SAB**

Asociados a la presentación de este síndrome hay factores atribuibles al animal, al ambiente y/o a agente(s) infecciosos presentes en el medio, como ya se ha mencionado. Algunos estudios al analizar las etiologías de las pérdidas fetales se centran sólo en estos últimos (Alves, 1996; Kirkbridge *et al.*, 1992; Wolfgang 2003a,b), mientras que otros autores asocian estos elementos con otros componentes de la tríada epidemiológica, como son características de la vaca, antecedentes de las gestaciones anteriores, estación del año (Thurmond *et al.*, 1990; Thurmond y Picanso, 1993, Forar *et al.*, 1996; Hovingh 2002), los cuales presentan una visión más amplia de los factores de riesgo que pueden estar participando en la ocurrencia de los abortos.

#### **6.2.1.1. Factores intrínsecos de la vaca.**

En el período embrionario es cuando se produce el reconocimiento materno/fetal, el embrión produce señales que previenen la luteólisis, siendo el cuerpo lúteo necesario para la mantención de la preñez hasta alrededor del día 200 de la gestación. En los dos últimos meses la placenta debe ser capaz de mantener la gestación por la síntesis propia de progesterona y estrógenos (Stevenson, 1997). Si por alguna razón la hembra recibiera una dosis adecuada de prostaglandina (PGF<sub>2</sub>), sea endógena o exógena, se puede producir la pérdida de la gestación por luteólisis y contracción del miometrio. Se ha demostrado que un cuadro de mastitis o un cuadro febril aumentan el riesgo de abortar por esta vía (Risco *et al.*, 1999; Moore *et al.*, 2005).

La preñez con dos fetos también puede aumentar el riesgo de que la vaca aborte, lo cual ha sido documentado por López-Gatius *et al.* (2002), quienes siguieron ecográficamente las preñeces en 601 vacas, de las cuales 10,6% perdieron la gestación. Además, estimaron un riesgo 3,1 veces mayor de abortar para las vacas gestantes de dos fetos en relación a las que presentaron gestación con un feto. Sin embargo, no se especifica la edad de los fetos al ocurrir el aborto,

lo que habría sido útil para caracterizar el aborto por este origen, de manera de poder ubicarlo como una causa temporal definida que aporte ideas frente a una curva de abortos específica de un hato.

#### **6.2.1.2. Factores genéticos.**

Por lo general, los reportes de abortos relacionados con problemas genéticos son muy escasos o poco documentados. Existen estudios que demuestran el aumento en la incidencia de pérdidas gestacionales en vacas inseminadas con semen de un toro en particular (sobre seis analizados) (López-Gatius *et al.*, 2002); sin embargo, no se hace mención a que dichos animales pertenezcan a una línea genética o familia en particular. Otras pérdidas gestacionales se pueden asociar a defectos genéticos propios del embrión, como, por ejemplo, deficiencia de la enzima uridina-monofosfato-sintetasa (Moore *et al.*, 2005).

#### **6.2.1.3. Edad de la vaca.**

Se reporta que el riesgo de aborto de las vaquillas es menor que el de las vacas de segundo parto y que el riesgo de aborto también es mayor en vacas de más de 5 años. Sin embargo, hay autores que no han encontrado asociación significativa de la edad de la vaca o del número de lactancias con la presentación de abortos (Thurmond *et al.*, 1990; López-Gatius *et al.*, 2002).

Se ha reportado que las vacas de menos partos necesitan un período de descanso más largo para recuperarse del estrés postparto y cubrir el incremento en la demanda nutricional de crecimiento y producción de leche durante los primeros años (Sanz, 2004).

#### **6.2.1.4. Producción de leche.**

El efecto de la producción de leche en la lactancia anterior o en curso en relación a los problemas reproductivos ha sido evaluado en varios estudios, los



cuales señalan resultados contradictorios y no son uniformes los problemas reproductivos analizados. Es así como Erb *et al.* (1981a,b) reportaron que la producción de leche tiene poco efecto en los problemas reproductivos; posteriormente Erb *et al.* (1985) y Bigras-Poulin *et al.* (1990), encontraron asociación entre vacas de alta producción de leche y la presentación de ovarios quísticos, pero no hacen mención a la presentación de abortos y la producción láctea. Gröhn *et al.*, (1990) tomaron en cuenta la presentación de abortos y el nivel de producción y concluyeron que el incremento en la producción individual de una vaca respecto a la lactancia anterior aumenta su riesgo de aborto, retención de placenta, metritis y celo silente.

#### **6.2.1.5. Influencia de patologías y abortos anteriores.**

Las enfermedades infecciosas y parasitarias son el foco primario en las medidas de prevención de los abortos; sin embargo, estos agentes probablemente causen menos de la mitad del total de las muertes fetales (Barr y Anderson, 1993). Lo anterior ha sido expuesto en el apartado correspondiente.

#### **6.2.1.6. Factores relacionados con la alimentación y el ambiente.**

El potencial efecto de las plantas tóxicas pudiera presentarse con mayor frecuencia en sistemas de alimentación en que el animal no puede discriminar el alimento que recibe, por ejemplo, en forma de dietas integrales en un pesebre de alimentación. En cambio, en condiciones en las cuales el animal puede efectuar la selección en el consumo él podría evitar la ingesta de plantas de mal sabor o muy groseras, ya que algunas plantas tóxicas poseen baja palatabilidad.

El cambio en la utilización de alimentos de acuerdo a la disponibilidad puede influir en cuanto al rol de las micotoxicosis, intoxicaciones con nitratos o algunas enfermedades bacterianas como la listeriosis relacionada con la utilización de ensilaje (Hassan *et al.*, 2000).

Existen antecedentes del cambio del riesgo de aborto durante el año. Algunas de las posibles fuentes de variación pueden ser los cambios estacionales sobre la función endocrina, que mejora con el aumento de las horas de luz o la presencia de vectores que puedan variar durante el año (Hansen, 1997; Miller, 1986). Barr *et al.* (1990), reportan que los casos de aborto remitidos al sistema de diagnóstico veterinario de California aumentan en los meses de otoño e invierno. Está documentado que las condiciones de calor y humedad afectan la tasa de concepción (García-Ispuerto *et al.*, 2007) y que la tasa de abortos es más alta en vacas que conciben en la estación calurosa (López-Gatius *et al.*, 2004).

#### **6.2.1.7. Factores relacionados con el manejo.**

Se ha reportado como una práctica negativa el inseminar una vaca que está preñada (Sturman *et al.*, 2000). La pérdida de gestación al reinseminar un grupo de vacas preñadas fue de 24%, significativamente mayor ( $P < 0,05$ ) que el 7% de pérdidas en las vacas no reinseminadas. También pueden ser causales de abortos tardíos los manejos poco cuidadosos y bruscos de vacas en gestación avanzada, los que pueden ser favorecidos por condiciones como alta densidad en pesebres de alimentación o en las áreas de espera cuando el ganado es conducido a la sala de ordeño, caídas por superficies muy lisas o procedimientos en la manga a vacas con más de siete meses de gestación que puedan producir caídas o compresiones fuertes del útero (Miller 1986).

Existe relativamente poca documentación respecto a la influencia de los sistemas de producción en la presentación de abortos. Dentro de los potenciales factores de riesgo es importante destacar la posible relación, por ejemplo, entre tipo de estabulación de los animales; la estabulación grupal (sin separación individual de los animales) se asocia a un mayor error en la detección de estros que el de estabulación individual (Reimers *et al.*, 1985), lo que conlleva a que si hay un alto porcentaje de error en la detección de estros pueden estarse inseminando vacas gestantes, lo cual influye en un mayor riesgo de abortos (Sturman *et al.*, 2000). También es dependiente del sistema de producción la

separación que existe entre las diferentes categorías de bovinos, los sistemas de pastoreo, el origen del agua de bebida, el acceso a fuentes de aguas estancadas y el control de vectores que se realiza en el predio. La mayoría de los estudios que buscan asociaciones de factores multicausales con el aborto bovino han sido realizados en Norteamérica, y no hacen referencia directa a alguna clasificación del sistema de producción que poseen las lecherías estudiadas, probablemente por ser muy similares entre ellas (Alves *et al.*, 1996; Forar *et al.*, 1996; López-Gatius *et al.*, 2002; Hanson *et al.*, 2003; Thurmond *et al.*, 1990; Thurmond y Picanso, 1990).

## 7. MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los municipios de Amecameca de Juárez, Ayapango de Gabriel Ramos Millán y Tlalmanalco de Covarrubias en la región suroriente del Estado de México, los cuales se encuentran a una altitud promedio de 2420 msnm, entre la longitud  $92^{\circ}46'01''$  y  $98^{\circ}45'12''$  y una latitud entre  $19^{\circ}07'36'$  y  $19^{\circ}15'45''$ . La región cuenta con un clima templado subhúmedo cb(w2), el régimen de lluvias de Mayo a Octubre, con una precipitación pluvial anual de 935.6 mm, siendo febrero el mes más seco y julio el más lluvioso, la temperatura media anual es de  $14.1^{\circ}\text{C}$ . (Figura 1)(Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México).

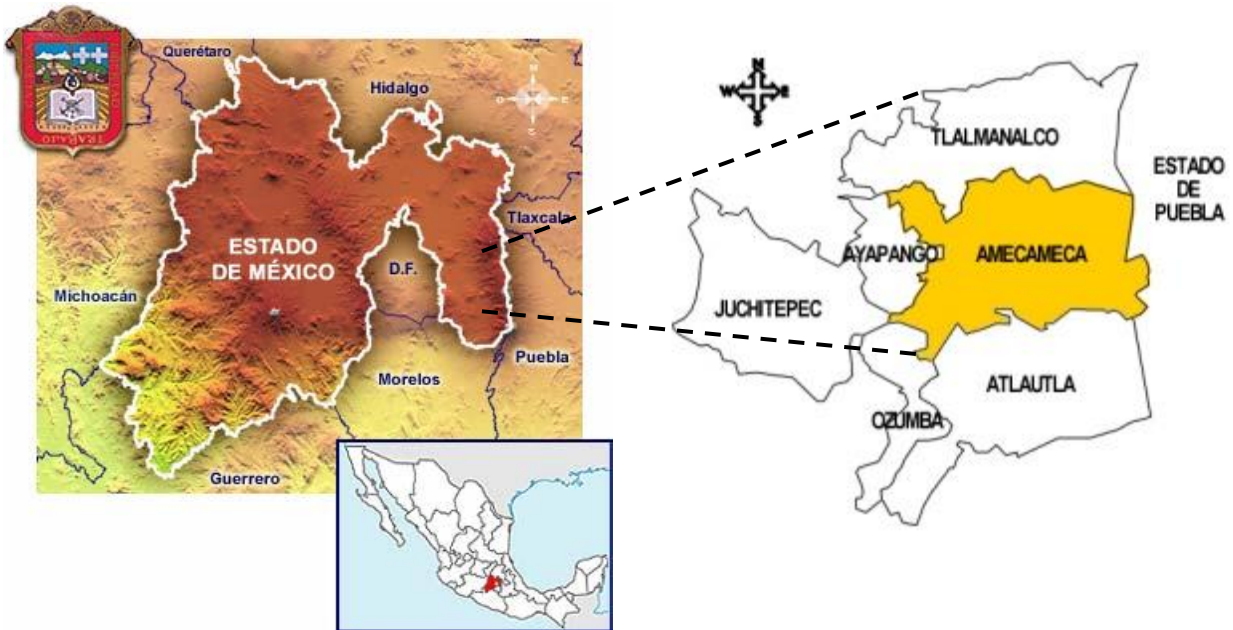


Figura 1. Localización de los sitios de estudio.

La población existente de vacas dedicadas a la producción de leche es de 554 vacas en Amecameca, 479 en Ayapango y 259 en Tlalmanalco. De una total de 149 unidades de producción de leche (INEGI, 2007). Debido a que el número y

tamaño de las mismas varía entre los municipios en estudio; se utilizó un muestreo doble estratificado no probabilístico (Espinoza-Ortega *et al.*, 2007). Se consideró como primer estrato la representación proporcional de acuerdo a las unidades de producción en cada uno de los municipios, el cual está reportado para Amecameca 51 UPL, para Ayapango 55 y para Tlalmanalco 43 (INEGI, 2007). El segundo estrato, fue establecido con relación a tres tamaños de hato acorde al número de vacas en lactación, el primero de 3 a 7 vacas, el segundo con 8 a 15 y el último con más de 16 animales.

Una vez determinados los estratos y conociendo el número total de unidades de producción de leche en cada uno de los municipios, además de la participación porcentual de cada uno de los estratos se empleó la fórmula de tamaño de muestra (Daniel, 2005).

$$n = \frac{N pq}{N(d)^2 + pq}$$

Donde:

$n$ = número de unidades de producción de leche (UPL)

$N$ = número total de unidades de producción de leche

$d$ = precisión = 0.05 ó 5%

$p$ = probabilidad de éxito en la población

$q$ = probabilidad de fracaso (1 – p) en la población

Fueron seleccionadas 29 unidades de producción que representaron el 19.4% del total en los tres municipios (Cuadro 2); en las que la población total de vacas en producción fue de 331 hembras.

**Cuadro 2.** Distribución de las unidades de producción por municipio y estrato utilizadas en el muestreo.

| <b>Estrato</b><br><b>(No. de vacas)</b> | <b>Amecameca</b> | <b>Ayapango</b> | <b>Tlalmanalco</b> | <b>Total</b> |
|---|------------------|-----------------|--------------------|--------------|
| <b>3-7</b>                              | 7                | 5               | 6                  | 18           |
| <b>8 a 15</b>                           | 3                | 3               | 2                  | 8            |
| <b>Más de 16</b>                        | 2                | 1               | 0                  | 3            |
| <b>Total</b>                            | 12               | 9               | 8                  | 29           |

Fuente: Elaboración propia (2012).

Una vez determinadas y seleccionadas las unidades de producción que se incluyeron en la investigación, se establecieron las metodologías específicas para cumplir con los objetivos planteados.

### **7.1 Determinación de la situación seroepidemiológica de enfermedades relacionadas con el aborto.**

Las causas de origen infeccioso que provocan el aborto en el bovino son comúnmente las más reportadas; sin embargo, en este estudio se consideraron como de mayor importancia: la Diarrea Viral Bovina (DVB), la Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IBR), la Brucelosis, la Leptospirosis y la Neosporosis.

Se utilizó un estudio epidemiológico de casos y controles, en el cual fueron seleccionadas 57 vacas que presentaron como antecedente al menos un aborto detectado por el productor, dichas hembras se consideraron como “casos”, los “controles” fueron 121 vacas seleccionadas aleatoriamente en las mismas unidades de producción y sin historial de abortos.

La obtención de muestras sanguíneas se realizó por la punción de la vena coccígea con tubos con vacío sin anticoagulante. Se obtuvo el suero y se preservó en alícuotas estériles de poliestireno a -20°C hasta el momento en que fueron procesadas por medio de la técnica de ELISA con kits comerciales: IDEXX

HerdChek Anti-*Neospora caninum* Ab; IDEXX BVDV para Diarrea Viral Bovina; IDEXX IBR Ab Test para Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IDEXX Laboratories<sup>TM</sup>) las cuales fueron procesadas de acuerdo a lo que establece el fabricante para Neosporosis (Anexo 1), para Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (Anexo 2) y para Diarrea Viral Bovina (Anexo 3). Para el caso del diagnóstico de Brucelosis se realizó la prueba de ELISA (CHEKIT Brucellose-serum de Laboratorios IDEXX®) (Anexo 4) y se confirmó con las pruebas oficiales de la campaña en México; la prueba de tarjeta, y en aquellos casos que mostraron resultado positivo se confirmaron con la realización de la prueba de rivanol (Anexo 5). En el caso del diagnóstico de Leptospirosis, éste se realizó mediante la técnica de microaglutinación en placa (Anexo 6).

#### Análisis estadístico.

Los resultados serológicos se organizaron en una tabla de contingencia de 2 x 2 en donde en una entrada se establece el número de vacas que abortaron y las que no abortaron y por el otro las positivas y negativas a la prueba. Mediante esta metodología se prueba si hay relación evidente entre la presentación del aborto y la exposición al agente infeccioso; es decir, si el aborto y la exposición al patógeno son independientes una de otra.

El grado de independencia se evaluó estadísticamente usando una prueba de *Ji* cuadrada; cuando el valor de *P* obtenido fue  $< 0.05$ , se concluyó que la relación observada entre las vacas abortadas y la exposición al patógeno no ocurrió simplemente por casualidad.

Para los casos en los que se obtuvo evidencia de asociación entre el aborto y la exposición, se estimó la fuerza de esa asociación al calcular el Odds Ratio (OR) o razón de momios (RM), el cual también sirvió para estimar la fracción atribuible poblacional (FAP). El OR indica que tanto mayor es el riesgo de abortar para los animales expuestos comparado con las vacas no expuestas. La FAP se calculó como  $(OR-1)/OR$  y resulta ser un buen estimativo de la proporción de

abortos en vacas abortadas y expuestas al patógeno que es realmente atribuible a la exposición.

## **7.2 Estimación de la tasa de abortos mediante la metodología de Tablas de vida (Tablas de supervivencia)**

El uso de este método permite estimar la proporción acumulada de vacas que abortan (o de los fetos que mueren), y el riesgo de que una vaca aborte en cualquier momento de la gestación. La tabla de vida es un modelo teórico que describe numéricamente el proceso de extinción de una población y permite determinar las probabilidades de sobrevivir o morir a una edad o en un momento de riesgo determinado (Dohoo *et al.*, 2004; Zambrano-Varón y Thurmond, 2009).

Se identificaron las vacas en cada unidad de producción con un arete de plástico numerado y se les abrió un registro para el control de información reproductiva, productiva, de salud y económica.

Quincenalmente se realizó el monitoreo en dos aspectos:

1. Desempeño reproductivo (Método para medir la tasa de aborto). Se considerarán los siguientes indicadores:
  - a) Vacas servidas (monta natural o inseminación artificial),
  - b) Vacas paridas,
  - c) Vacas desechadas,
  - d) Diagnóstico de gestación de las vacas servidas (35 y 50 días después del servicio) lo cual se hizo por medio de ultrasonografía transrectal con el equipo portátil con monitor SVGA de 10.4 pulgadas 2.5-7.5 MHz y se corroboró su estado por medio de palpación rectal a los dos meses post servicio.
  - e) Identificación de vacas que abortaron, en las que se observó al feto expulsado, o bien las que se diagnosticaron como gestantes y repiten celo.



## 2. Estimación de la tasa de abortos:

Para medir la tasa de aborto se empleó la siguiente información:

- a) Tiempo de Preñez (TDP) al momento del primer diagnóstico de gestación.
- b) TDP al momento en que se supone ocurrió la muerte fetal.
- c) TDP cuando la vaca murió, fue desechada, o se perdió durante el seguimiento por cualquier razón.
- d) TDP al momento del parto de la vaca.

Para la construcción de la tabla de vida se consideraron los siguientes parámetros:

**i:** Número del intervalo:  $i=1$  es el primer intervalo de tiempo gestacional, donde  $i=7$  es el séptimo intervalo.

**n:** Número de vacas preñadas que comienzan cada intervalo.

**a:** Número de vacas que abortó

**c:** Número de vacas que fueron eliminadas durante el intervalo.

**r:** Número de vacas en riesgo de abortar durante el intervalo. Este número representa un ajuste de "n" que considera que las vacas eliminadas solo pasan la mitad de su tiempo en el intervalo. Se calcula como:  $r = n - \frac{1}{2}c$

**q:** Proporción de vacas en riesgo de abortar y que realmente abortan durante el mismo intervalo, se calcula como:  $q = a/r$

**p:** Proporción de vacas en riesgo de abortar que no abortan en el intervalo. Se calcula como:  $p = 1 - q$

**h:** Incidencia o riesgo del aborto durante el intervalo. Asume que las vacas que abortan lo hacen en promedio a la mitad del intervalo, así:  $h = a / (r - \frac{1}{2}a)$

**s:** La proporción acumulada de las vacas que continúan preñadas al comenzar el intervalo.

### **7.3 Estimación de los efectos productivos, sociales económicos. Valor del aborto.**

Una vez determinadas las 29 unidades de producción incluidas en el proyecto se aplicó una encuesta semiestructurada a cada uno de los productores con la cual se obtuvo información de aspectos sociales, productivos, reproductivos y económicos. Se realizó un seguimiento con visitas quincenales durante un año en las que se recabó información de los siguientes indicadores económicos: Costo del servicio (monta natural o inseminación artificial).

- a) Valor del becerro al nacimiento (hembra o macho)
- b) Costo de alimentación de la vaca (lactación y periodo seco)
- c) Precio de la leche
- d) Valor de la vaca desechada por alteraciones reproductivas
- e) Valor de la vaquilla de reemplazo
- f) Costo de tratamientos inherentes al aborto
- g) Manejo, (en general) alimentación, reproductivo y sanitario
- h) Otros.

Por otro lado, durante un periodo de dos años se efectuó semanalmente la medición de la producción de 45 vacas elegidas aleatoriamente con la finalidad de calcular la producción de leche por lactancia en este tipo de sistema de producción y bajo las condiciones particulares en que se da la misma en la región de estudio. Dicha medición consistió en pesar la producción del ordeño de la mañana y de la tarde.

## 8. RESULTADOS

Los resultados de la investigación se presentan en un artículo científico, en un capítulo de libro, y en un apartado en el que se integran los resultados que aún no han sido publicados.

En la primera parte los resultados presentan la situación epidemiológica de cinco enfermedades consideradas como las de mayor importancia con la presentación de aborto y se determina a la Neosporosis bovina como la principal causa de aborto detectada en este tipo de sistema de producción; dicha información está contenida en un artículo científico enviado a la revista Archivos de Medicina Veterinaria en Chile.

A continuación se muestran los efectos productivos, reproductivos, económicos y sociales producidos por el aborto en un capítulo de libro publicado en Ganadería y alimentación: “*Alternativas frente a la crisis ambiental y el cambio social*”. Editado por la Universidad Autónoma Chapingo y coordinado por Beatriz A. Cavallotti Vázquez, Alfredo Cesín Vargas, Benito Ramírez Valverde y Carlos Marcof Álvarez. 2012. pp. 619-631. ISBN: 978-607-715-083-1

En la tercera parte, se muestra la estimación de la tasa de abortos mediante la metodología de tablas de vida en un apartado que no se ha publicado aún.

---

Abortos en ganado lechero del sistema de producción en pequeña escala  
y su relación con algunas enfermedades infecciosas

---

JJ Ojeda-Carrasco<sup>a</sup>, L Brunett-Pérez<sup>a</sup>, E Espinosa-Ayala<sup>a</sup>, PA Hernández-García<sup>a</sup>,  
C Rojas-Martínez<sup>b</sup>, JA Álvarez-Martínez<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universidad Autónoma del Estado de México. Centro Universitario UAEM Amecameca.  
Carretera Amecameca-Ayapango Km 2.5, C.P. 56900 Amecameca, Estado de México,  
México.

<sup>b</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria, INIFAP.  
Carretera Federal Cuernavaca-Cuautla No. 8354 Col. Progreso, C.P. 62550,  
Jiutepec, Morelos. México.

De: Comité Editor [archmv@uach.cl]  
Enviado el: martes, 25 de junio de 2013 06:03 p.m.  
Para: ALVAREZ MARTINEZ JESUS ANTONIO  
Asunto: [ArchMedVet] Manuscrito recibido

Estimado(a) dr jesus antonio alvarez martinez:

Gracias por enviarnos su manuscrito "Abortos en ganado lechero del sistema de producción en pequeña escala" a Archivos de Medicina Veterinaria. A través del sistema de gestión de revistas online, podrá seguir su progreso a través del proceso editorial identificándose en el sitio web de la revista:

URL del manuscrito:

<http://www.ramedveterinaria.equipu.cl/index.php/ramedveterinaria/author/submission/575>

Nombre de usuaria/o: antonioalvarez

Si tiene cualquier pregunta no dude en contactarnos. Gracias por tener en cuenta esta revista para difundir su trabajo.

Atentamente,  
Claudia Cárdenas A.  
Asistente Editorial  
Archivos de Medicina Veterinaria

[www.veterinaria.uach.cl](http://www.veterinaria.uach.cl)

<http://www.veterinaria.uach.cl>

<http://www.ramedveterinaria.equipu.cl/index.php/ramedveterinaria>

**Abortos en ganado lechero del sistema de producción en pequeña escala  
y su relación con algunas enfermedades infecciosas**

Abortions in dairy cattle in small scale and its relationship with some infectious diseases

**JJ Ojeda-Carrasco<sup>a</sup>, L Brunett-Pérez<sup>a</sup>, E Espinosa-Ayala<sup>a</sup>, PA Hernández-García<sup>a</sup>,  
C Rojas-Martínez<sup>b</sup>, JA Álvarez-Martínez<sup>b\*</sup>**

<sup>a</sup>Universidad Autónoma del Estado de México. Centro Universitario UAEM Amecameca.  
Carretera Amecameca-Ayapango Km 2.5, C.P. 56900 Amecameca, Estado de México,  
México.

<sup>b</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria, INIFAP.  
Carretera Federal Cuernavaca-Cuatla No. 8354 Col. Progreso, C.P. 62550, Jiutepec,  
Morelos. México.\*

---

\*Antonio Álvarez.  
Fax + (52) 777 3192850-129; alvarez.jesus@inifap.gob.mx

## SUMMARY

The aim of the study was to determine risk factors of a history of abortion, associated to the seroprevalence of *Neospora caninum*, bovine viral diarrhea (BVD), infectious bovine rhinotracheitis (IBR), brucellosis and leptospirosis in a small scale milk production system, in three municipalities of Mexico State. A case-control study was conducted, 57 cows were selected as cases and 121 as control without previous abortion. Serum samples were analyzed by ELISA, microagglutination, and agglutination test. A survey was applied to identify characteristics and management for each herd. Seroprevalence rates were 51,7 %, 46,6 %, 18,0 %, 11,8% for Nc, DVB, IBR, and Leptospirosis, respectively. No cows were detected as seropositive to brucellosis. *Neospora caninum* DNA was identified in three fetuses by PCR. There was association between history of abortion and seropositive response to *Neospora caninum* (OR = 5,15 95 % CI: 2,06; 12,86), (P < 0,01), the population attributable fraction was 0,232 for *Neospora caninum*. The prevalence of BVD and *Neospora caninum*; presence of dogs in the herd, and presence of puddles were considered risk factors (P < 0,05). Therefore *Neospora caninum* is the main infectious cause of abortions in dairy cattle in small scale in the municipalities studied.

*Key words:* Seroprevalence, abortive diseases, risk factors, neosporosis.

## INTRODUCCIÓN

El aborto entendido como la pérdida del producto entre 42-260 días de gestación es una de las principales causas que afecta la economía y competitividad de la producción lechera (Je-In y Ill-Hwa, 2007; Gädicke y Monti, 2008). Las causas pueden ser de tipo infeccioso, no infeccioso o por la interacción de ambos. Al tratar de determinar la causa de un aborto, aún con la disponibilidad de muestras derivadas del feto solamente se pueden reconocer en 25-40 % de los casos, en los que agentes infecciosos parecen estar involucrados en 90 % (Anderson 2007, Givens y Marley 2008). Aunque no es deseable, una tasa de abortos de 2-6,5% anual se considera normal (Forar y col 1995; Hoving 2009). En México más del 70 % de los abortos se clasifican con origen desconocido (Ortíz 2004, Ávila 2008).

El diagnóstico de las entidades etiológicas que se asocian con abortos, se dificulta cuando no se dispone de tejido fetal para los análisis de laboratorio, y se hace por pruebas serológicas con las que se detectan anticuerpos circulantes contra *Neospora caninum*, el virus de la Diarrea Viral Bovina (DVB), el virus de la Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IBR), brucelosis y leptospirosis. Sin embargo, se presenta la dificultad para diferenciar entre anticuerpos producidos por la inmunización y los promovidos por la infección natural (Escamilla y col 2007).

Con información de seroprevalencias obtenidas de ganado clínicamente sano y de ganado con problemas de abortos, se pueden determinar la probabilidad relativa de aborto en ganado infectado y la proporción de abortos atribuibles específicamente a una enfermedad (Davison y col 1999).

En México el 78.62 % de las unidades de producción tienen menos de 30 vacas, representan 34.74 % del inventario nacional de bovinos productores de leche, y aportan el 25.5 % de la producción nacional (INEGI, 2007). En ese contexto se encuadra el sistema de producción familiar que se caracteriza por un tamaño de hato con 3-20 hembras en producción, mano de obra de tipo familiar, uso limitado de tecnologías, con una alimentación de los bovinos basada en esquilmos agrícolas, y con la dependencia de alimentos balanceados producidos fuera de la unidad de producción (Espinoza y Arriaga 2009). En ese sistema de producción de leche existe escasa información sobre las causas infecciosas que provocan aborto en los bovinos. Por lo que el objetivo del presente estudio fue estimar la seroprevalencia de neosporosis, DVB, IBR, brucelosis y leptospirosis;



determinar su asociación a la presentación de aborto y la identificación de factores de riesgo en vacas del sistema de producción familiar o en pequeña escala.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio de estudio

El trabajo se realizó en los Municipios de Amecameca, Tlalmanalco y Ayapango en el Suroriente del Estado de México a una altura promedio de 2420 msnm. El clima predominante es templado subhúmedo con lluvias en verano Cb (w2), la temperatura media anual es de 12 a 18°C y la precipitación pluvial promedio es de 935 mm al año (INEGI 2008).

### Selección de las unidades de producción de leche (UPL)

De un total de 149 UPL del tipo de sistema de producción de leche en pequeña escala, se seleccionaron 29 UPL mediante un muestreo doble estratificado por conveniencia de los Municipios de Amecameca, Tlalmanalco y Ayapango. Se consideró como primer estrato la representación proporcional de cada Municipio, el segundo fue el tamaño de hato basado en el número de vacas en lactación (i) 3-7, (ii) 8-15 y (iii) más de 16 (Espinoza-Ortega y col 2007, INEGI 2007). El estudio se efectuó entre junio de 2011 y mayo de 2012, durante ese periodo el manejo reproductivo, nutricional y sanitario se mantuvo conforme a lo realizado por los productores. A cada productor se le realizó una encuesta semiestructurada de cada UPL con el propósito de estimar factores de riesgo individual y de hato relacionados con la presentación de aborto.

### Tamaño de muestra

El tamaño de muestra se determinó a partir de 331 vacas existentes en las UPL seleccionadas, se consideró un margen de error del 5% y una prevalencia del 50%, y se usó un diseño de casos y controles. Cada animal con antecedente de aborto representó un caso, los controles fueron seleccionados aleatoriamente de las mismas UPL y correspondieron a vacas sin historia de abortos detectados por los productores (Smith 1995, Mateu y Casal 2003). De cada animal se recolectó una muestra sanguínea por punción de la vena coccígea

en tubos sin anticoagulante, posteriormente se centrifugaron a 1500 rpm por 5 min, se separó el suero y se mantuvo a -20°C hasta su uso.

#### Diagnóstico de preñez

Para disminuir la posibilidad de subestimar el número de abortos, a cada una de las hembras se les realizó el diagnóstico de gestación entre los 35-40 días post-servicio mediante ultrasonografía con equipo portátil EMP modelo 830 Vet<sup>1</sup>, monitor SVGA de 10.4 pulg, 2.5-7.5 Mhz y se confirmó por palpación rectal a los 50 días.

#### Pruebas serológicas

Para la detección de anticuerpos específicos contra *N. caninum*, DVB e IBR se utilizó el ensayo inmunoenzimático (ELISA), cada muestra se trabajó por duplicado. Se emplearon los paquetes comerciales HerdCheck anti-*N. caninum* con una sensibilidad (sen) de 100 % y especificidad (esp) de 98,9 %; HerdCheck BVDB 100 % de sen y 99,5 % de esp y HerdCheck IBR-gB 100 % de sen y 99,8 % de esp<sup>2</sup>. Se usó un lector BIORAD modelo 680 con lectura de absorbancia de 650 nm para *N. caninum* y de 450 nm para DVB e IBR. Los procedimientos y el punto de corte fueron de acuerdo a lo recomendado por el fabricante. La presencia de anticuerpos contra *Leptospira* spp. se verificó por la prueba de microaglutinación (MAT) con una batería de 10 serovariedades de referencia internacional y tres de aislamientos nacionales, se consideró positivo con título  $\geq$  1:100 (Ellis 1990, Moles y col 2002). Para el diagnóstico de brucelosis se realizó la prueba de aglutinación en placa con rosa de bengala y como prueba confirmatoria la prueba de rivanol (NOM-041-ZOO-1995). Se puntualizó que la ocurrencia de algún aborto durante el estudio, obligaría la recolección de diferentes órganos tales como riñón, cerebro, hígado y placenta para el diagnóstico de neosporosis mediante reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Adicionalmente la secuencia final de ADN, los alineamientos y la comparación se realizaría por el programa NCBI, con base en los datos del genbank correspondientes a *N. caninum* con los números de acceso X84238.1 y AF190701.1. El criterio para categorizar al aborto fue la pérdida de la preñez entre 42-260 días de gestación.

---

<sup>1</sup> Shenzhen emperor electronic technology Co., LTD

<sup>2</sup> IDEXX™-Laboratories Inc., Westbrook, Maine USA

## Diagnóstico molecular para neosporosis

Se usaron 25 mg de tejido cerebral, renal e hígado fetal, así como placenta de los cuales se realizó la extracción del ADN con un paquete comercial<sup>3</sup>. Se provocó la lisis celular, la desnaturalización y la degradación de macromoléculas asociadas al ADN. A partir de la extracción del ADN de los parásitos localizados en los tejidos recolectados se ejecutó el ensayo de PCR con iniciadores de secuencias previamente publicadas Np4 (5'CCTCCCAATGCGAACGAAA3') y Np7 (5'GGGTGAACCGAGGGAGTTG3') (Baszler y col 1999). Por cada muestra se emplearon 43 µL de mezcla maestra comercial<sup>4</sup>, a la que se agregaron 5µL de ADN blanco y 1 µL de cada iniciador. El protocolo de amplificación fue 95°C 2 min para predesnaturalización; 95°C 30s para desnaturalización, 57°C 30s para alineamiento y 72°C 60s para la extensión por 35 ciclos. Los productos de amplificación se separaron en un gel de agarosa al 1.8% teñido con bromuro de etidio y se visualizaron con luz UV (Álvarez y col 2004).

## Análisis estadístico

Para el análisis se determinaron Intervalos de Confianza (IC) al 95% con el programa Epi Info<sup>TM</sup> versión 3.2.2. (Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC), Atlanta, USA). Los valores de prevalencia del grupo de vacas con aborto y del grupo control fueron comparados mediante Chi-cuadrado con la corrección de Yates (Smith 1995). La fuerza de asociación entre seropositividad y antecedente de aborto se calculó por estimación de razón de momios (Odds Ratios, OR) en donde valores mayores a uno indicaron asociación (Thrusfield 1995). La fracción atribuible poblacional ( $\lambda_{rap}$ ) fue estimada usando el método para estudios de casos y controles, asumiendo que el grupo control fue representativo para la población en estudio (Llorca y col 2001).

Los factores evaluados de riesgo individual y de hato se consideraron como variables dicotómicas (sí, no), excepto en las que se hizo descripción de la variable. Los factores individuales fueron: resultado serológico de positividad o negatividad a neosporosis, DVB, IBR, brucelosis y leptospirosis; número de enfermedades a las que fueron positivos los animales (1, 2, >3); antecedente de aborto, número de abortos, y número de partos (1, 2,

<sup>3</sup> UltraClean, MoBio Lab<sup>TM</sup>, USA

<sup>4</sup> PCR Master Mix, Promega<sup>TM</sup>, USA.

>3). Los factores de hatos incluyeron: procedencia de los reemplazos (recría, compra), presencia de perros en el establo, antecedentes de vacunación, encharcamientos en las instalaciones y tipo de servicio (monta directa, inseminación artificial). El análisis de los factores en primera instancia fue mediante la prueba de Chi-cuadrado y en aquellas en que el factor de riesgo fue significativo ( $P < 0,05$ ), se procesaron con un modelo de regresión logística por medio del procedimiento LOGISTIC del SAS versión 9.0 (SAS Inst. Inc. Cary, NC, USA).

## RESULTADOS

En las 29 UPL seleccionadas se encontraron 331 vacas, predominando la raza Holstein Friesian (95%), Suizo Americano (2 %) y cruce de Holstein Friesian x Suizo Americano (3%), a partir de las cuales el tamaño de muestra fue de 178 animales. Se identificaron 57 casos con antecedente de aborto, de las mismas UPL fueron seleccionadas aleatoriamente 121 vacas sin historia de abortos. El número de hembras en edad reproductiva existentes fluctuó entre 4-49 animales, con un promedio de 11,4 y una mediana de 8. El rango de edad fue de 1-13 años ( $4,7 \pm 2,4$ ); el número de partos fue de 0 a 10 ( $2,3 \pm 1,8$ ). El reducido tamaño de hatos en los Municipios de Amecameca, Tlalmanalco y Ayapango hace notar que los hatos corresponden al sistema familiar de producción de leche.

De acuerdo a la encuesta realizada, en ninguna de las UPL se realizaban programas preventivos de inmunización contra los principales agentes etiológicos relacionados con la presentación de abortos. Las tasas de prevalencia de los tres Municipios fueron: neosporosis (51,7 %), DVB (46,6 %), IBR (18 %), leptospirosis 11,8 %. En contraste, se debe destacar que en ninguno de los animales de los hatos estudiados se detectó brucelosis (Cuadro 1).

Considerando a las UPL como unidad experimental, de las 29 resultaron negativas a *N. caninum* 2 (6,7 %), a DVB 4 (13,8 %), a IBR 14 (48,3 %) y a leptospirosis 13 (44,8 %).

Al comparar las tasas de prevalencia entre las vacas que presentaron antecedente de aborto y las del grupo control por *N. caninum*, DVB, IBR, brucelosis y leptospirosis, únicamente se encontró diferencia altamente significativa en *N. caninum* ( $P = 0,00001$ ) con OR = 5,15 y un IC 95 %: 2,06; 12,86. Con una estimación de la fracción atribuible poblacional ( $\lambda_{fap}$ ) de 0,232 (Cuadro 2). Se observó asociación entre la presentación de

aborto para DVB y para IBR; sin embargo, al comparar la seroprevalencia entre las vacas con aborto y las del grupo control no hubo diferencia significativa ( $P > 0,05$ ).

El análisis de los factores de riesgo individual mediante Chi-cuadrado mostró asociación entre la presentación de aborto y la presencia de anticuerpos contra *N. caninum* ( $P < 0,05$ ). Similarmente, hubo asociación entre la seropositividad simultánea por neosporosis y DVB, lo cual, contrastó con la seropositividad a tres o más enfermedades (OR = 1,27; IC 95 %: - 3,33; 28,78) ( $P = 0,8287$ ). En los factores de riesgo de hato, hubo asociación entre antecedente de aborto y la presencia de perros en el establo (OR = 13,07; IC 95 %: 4,7; 36) ( $P = 0$ ); además, con la presencia de encharcamientos en las instalaciones (OR = 0,46; IC 95 %: 0,91; 1,07) ( $P = 0,0315$ ). Emanado del análisis de regresión logística, no se encontró asociación entre los factores individuales ni de hato, con la presentación de aborto.

Durante el desarrollo del estudio se registraron 43 abortos, la mayor proporción ocurrió en el segundo tercio de gestación, seguido por el primer y último tercio (60,5 %, 20,9 %, 18,6 %), respectivamente. Al inicio del estudio la seroprevalencias más altas para Nc, DVB o la presencia de ambas se observó entre las 33 vacas que habían abortado. En 14 de esos casos (32,5 %) se indicó un reporte previo de aborto y en 19 (44,2 %) era el primer aborto. En diez de los 43 casos de aborto no se determinó la presencia de anticuerpos circulantes contra esos agentes, debido a que no formaban parte de la muestra probabilística, pero se consideraron debido a que el aborto ocurrió durante el estudio.

De tres fetos abortados durante el estudio en diferentes UPL se obtuvieron porciones de órganos de riñón, hígado, cerebro, en los que se demostró la presencia de ADN de *N. caninum* mediante PCR. Los productos de amplificación de 275 pares de bases (pb) correspondían a lo esperado para *N. caninum*, y se encontró una elevada homología entre el ADN derivado de taquizoitos y de las muestras de los tejidos de 93 y 97%, respectivamente (Figura 1).

## DISCUSIÓN

La determinación de las tasas de seroprevalencia demostró la presencia de agentes causales de aborto en bovinos del sistema de producción de leche en pequeña escala. Aunque es conveniente hacer una interpretación adecuada de los resultados debido a que al ser un estudio de casos y controles se podría conllevar un sesgo (Meléndez y col 2010). En

este tipo de estudios los resultados serológicos dependen de la prevalencia de la infección en un contexto de temporalidad y distribución espacial definidas, así como de la persistencia de anticuerpos circulantes en el animal, y de las tasas de sensibilidad y especificidad epidemiológicas de las pruebas empleadas (Wolfgang 2003).

En ninguna de las explotaciones estudiadas se reportaron antecedentes de inmunización, ni diagnóstico de neosporosis, DVB, IBR y leptospirosis. La prevalencia determinada en este estudio para *Neospora caninum* fue de 51,7 %, que resulta consistente con lo reportado en México como País y para el Estado de México (56%; 59 %), respectivamente; aunque en esos estudios no se especificó la función zootécnica de los animales (Morales y col 2001). En una revisión de 122 estudios entre 2005-2011 se reportan prevalencias ligeramente inferiores, a nivel nacional 34,7 %, y en el Estado de México de 47 % (Rubio y col 2012<sup>a</sup>). En sistemas especializados también se han mostrado prevalencias altas en ganado lechero, particularmente en los Estados de Coahuila y Aguascalientes, Méx. con 45% y 53.3%, respectivamente (Salinas y col 2006, Meléndez y col 2010). A diferencia de lo encontrado en ganado de tipo *Bos indicus* con una prevalencia de 8-15 % (García-Vázquez y col 2009). De modo que lo observado en este estudio por la exposición a *N. caninum* evidencia un comportamiento similar entre el sistema de producción en pequeña escala y lo reportado en sistemas intensivos en México y otros países (Morales y col 2001, Gavrea y col 2011).

La detección de DVB con una prevalencia de 46,6 % de este estudio, contrasta con lo reportado por Moles y col (2002) con 72,3 % en bovinos lecheros del Altiplano Central de México; valor que fue similar al 62,79 % estimado en bovinos de traspatio en el Estado de Tlaxcala, Méx. descrito por Muñoz (2007). De esta etiología se sabe que puede inducir inmunosupresión, y se asocia con disminución en la productividad, pérdidas reproductivas, y predispone a la infección por otros agentes como *Neospora caninum* (Dubey y col 2007). Además de que regularmente puede producir muerte fetal, aborto momificación y nacimiento de terneros inmunotolerantes que se mantienen permanentemente infectados (Gädicke y Monti 2008). En este estudio se pudieron observar porcentajes elevados de animales seropositivos de manera simultánea a *N. caninum* y DVB, especialmente en animales con registros previos de aborto.

Con relación a IBR, el 18 % de animales seropositivos representa una tasa similar al 22 % observado en bovinos de traspatio en el Estado de Michoacán, Méx. en animales sin

antecedentes de vacunación como los de este estudio. Tampoco se encontró asociación entre antecedente de aborto y la seropositividad a IBR (Magaña-Urbina y col 2005).

La situación de *Leptospira* spp mostró una prevalencia de 11,8 % que coincide con el 11% reportado en el Estado de México; aunque difiere del 46,6 % mencionado a nivel nacional en México (Rubio y col 2012<sup>b</sup>). Es importante mencionar que en el área en donde se efectuó este estudio, no se realiza prevención contra la leptospirosis. Si en cambio las condiciones termoplumiométricas y la presencia de reservorios como la rata y otros pequeños mamíferos silvestres son favorables para la viabilidad y proliferación del agente (Céspedes 2005). En el análisis de las muestras se detectó principalmente la presencia de la serovariedad *L. hardjo* adaptada especialmente al bovino. No obstante se detectó la presencia de *L. canícola*, *L. icterohemorrhagiae*, *L. wolffi* y *L. pyrogenes* serovares propias de otras especies como el perro, roedores e incluso de animales de producción y silvestres presentes en la región. Los resultados descritos permiten inferir que *Neospora caninum*, DVB, IBR y la leptospirosis, están ampliamente distribuidos en las UPL de los Municipios de Amecameca, Tlalmanalco y Ayapango en el Estado de México.

Al mismo tiempo es relevante hacer notar la ausencia de anticuerpos contra *Brucella abortus* en todas las vacas incluidas en el muestreo. Aunque existe un programa nacional para su control, en el ganado estudiado no se realizan actividades preventivas ni de control contra la brucelosis (NOM-041-ZOO-1995). Lo cual contrasta con el 0,83 % de los hatos positivos a nivel nacional y el 0,18 % para el Estado de México (SENASICA, 2012). Aunque es interesante el hecho de la disparidad con sistemas de producción similares como ocurre en Zambia en donde la prevalencia alcanza el 6,0 %. Lo que a su vez resulta trascendente por ser una enfermedad zoonótica, particularmente por la exposición al agente a través del consumo de leche cruda (Muma y col 2012).

Al comparar la seroprevalencia de Neosporosis, DVB, IBR, leptospirosis y brucelosis, entre el grupo de hembras con aborto vs hembras de un grupo control, únicamente hubo significancia de la seroprevalencia por *N. caninum* entre ambos grupos (OR = 5,15; P = 0,00001). La razón de momios (OR) indicó que el ganado seropositivo a *N. caninum* y con antecedente de aborto, tuvo 5,1 veces más posibilidad de abortar que el ganado no infectado. Lo cual, fue similar a lo reportado en España en donde el ganado infectado mostró 5.3 veces más probabilidad de abortar que el ganado no infectado (González-

Warleta y col 2007). En otro estudio con 46,5 % de prevalencia y un OR = 2.0 para la asociación entre seropositividad y aborto, se adjudicó 26% de los abortos a *N. caninum* (García-Vázquez y col 2005). De manera similar en este estudio la fracción atribuible poblacional para *N. caninum* indicó que el 23,2 % de los abortos en el ganado bajo estudio pueden ser atribuidos a este parásito. Es decir, que ese porcentaje de abortos puede potencialmente ser disminuido si este parásito fuera erradicado.

De manera complementaria en este trabajo se demostró la presencia de ADN de *N. caninum* en tejidos de los fetos abortados de madres seropositivas; lo que sugiere la presencia de infección activa por la transmisión vertical de la vaca a la cría y/o horizontal por la presencia de perros en los establos, que permite mantener el ciclo del parásito, aunque es necesario realizar más investigación en este sentido (Bartels y col 2007, Montiel-Peña y col 2011).

Se evaluaron como factores de riesgo la prevalencia simultánea a *Neospora caninum* y DVB en las vacas con antecedente de aborto; la existencia de perros en el establo y la presencia de encharcamientos en las instalaciones. Encontrándose como en otros estudios que no había asociación entre los factores de riesgo individual y de hato con el antecedente de aborto; sin embargo, demostraron que diferentes parámetros reproductivos como el número de servicios por concepción, los días abiertos y el número de días en lactancia se ven aumentados por la presencia de abortos, con la consecuente baja en la eficiencia reproductiva de los hatos (Bartels y col 2007, Meléndez y col 2010). En otro estudio se describe que la presencia de perros en los establos también es un factor de riesgo en hatos donde la neosporosis presenta una alta seroprevalencia, en donde también se identificó ADN del parásito mediante PCR (Montiel-Peña y col 2011).

Se puede concluir que existe la presencia de los agentes etiológicos de DVB, IBR, neosporosis, y leptospirosis y presentan amplia distribución en las unidades de producción de leche del sistema en pequeña escala en los Municipios de Amecameca, Tlalmanalco y Ayapango en el Estado de México. La presencia de *N. caninum* es la principal causa de aborto infeccioso al encontrar un alto porcentaje de vacas seropositivas, y al probar la presencia de ADN del parásito en tejidos de fetos abortados. Este tipo de estudios pueden facilitar la implementación y diseño de programas de prevención y/o control de



enfermedades infecciosas para mejorar la competitividad de la actividad pecuaria del sistema familiar o de pequeña escala de producción de leche.

## RESUMEN

El objetivo fue identificar factores de riesgo de antecedente de aborto, asociado con la seroprevalencia de *Neospora caninum* (Nc), Diarrea Viral Bovina (DVB), Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IBR), Brucelosis (Br) y Leptospirosis (Lept) en hatos de sistema familiar de producción de leche de Amecameca, Tlalmanalco y Ayapango en el Estado de México. Se realizó un estudio de casos y controles, de 29 unidades de producción de leche (UPL) de tres Municipios del Estado de México se seleccionaron aleatoriamente 57 vacas como casos y 121 casos control sin antecedente de aborto elegidas aleatoriamente. De cada animal se obtuvo suero sanguíneo que fue analizado por ELISA, microaglutinación y aglutinación en placa; fetos abortados se analizaron por PCR para detectar Nc. Se aplicó una encuesta de cada UPL sobre las características y manejo. Las seroprevalencias fueron 51,7 %, 46,6 %, 18,0 %, 11,8% para Nc, DVB, IBR, y Leptospirosis, respectivamente. No se detectaron hembras seropositivas a Brucelosis. Hubo asociación entre antecedente de aborto y seropositividad a *Neospora caninum* (OR = 5,15; IC 95 %: 2,06, 12,86) (P < 0,01) para este agente la fracción atribuible poblacional fue 0,232. Se comprobó la presencia de ADN de *Neospora caninum* en fetos abortados durante el estudio. Se identificaron como factores de riesgo: la prevalencia simultánea a Neosporosis y DVB; la presencia de perros en el hato y encharcamientos en las instalaciones (P < 0,05). Se concluyó que *Neospora caninum* es la principal causa de aborto en el sistema de producción en pequeña escala en tres municipios del Estado de México.

*Palabras clave:* Seroprevalencia, enfermedades abortivas, factores de riesgo, neosporosis.

## AGRADECIMIENTOS

El apoyo del CONACYT con la beca de estudios de posgrado. A la Universidad Autónoma del Estado de México por el financiamiento del proyecto 31612012ESP. Así como a los productores por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

## REFERENCIAS

- Álvarez JA, JV Figueroa, C Rojas, D Tapia. 2004. Detección de *Neospora caninum* en fetos abortados mediante PCR. *Memorias del XXVIII Congreso Nacional de Buiatría*. México.
- Anderson ML. 2007. Infectious causes of bovine abortion during mid-to late-gestation. *Theriogenology* (68):474-486.
- Ávila J, A Bailón, GE Cruz. 2008. Enfermedades Abortivas. *Memorias del XXXII Congreso Nacional de Buiatría*. México.
- Bartels C, I Huinink, M Beiboer, G van Schaik, W Wouda, T Dijkstra, A Stegeman. 2007. Quantification of vertical and horizontal transmission of *Neospora caninum* infection in Dutch dairy herds. *Vet Parasitol* 148, 83-92
- Bazler TV, JC Gay, MT Long, BA Mathison. 1999. Detection by PCR of *Neospora caninum* in Fetal Tissues from Spontaneous Bovine Abortions. *J Clin Microb* 37(12):4059-4064
- Céspedes ZM. (2005) Leptospirosis: Enfermedad zoonótica y reemergente. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, vol. 22, Núm. 004; pp. 290-307.
- Davison HC, A Otter, and AJ Tress. 1999. Significance of *Neospora caninum* in British dairy cattle determined by estimation of seroprevalence in normally calving cattle and aborting cattle. *Int J Parasitol* 1999, Aug 29(8):1189-1194
- Dubey JP, G Schares, and LM Ortega-Mora. 2007. Epidemiology and control of neosporosis and *Neospora caninum*. *Clin Microbiol Rev* 2007, 20(2):323
- Ellis WA. 1990. Leptospirosis. In: OIE Manual of Recommended Diagnostic Techniques and Requirements for Biological Products for List A and B Diseases. Vol 2. Paris, France: Office International des Epizooties. 1-11.

- Escamilla HP, JJ Martínez, M Medina, E Morales. 2007. Frequency and causes of infectious abortion in a dairy herd in Queretaro, Mexico. *Can J Vet Res.* 71:314–317
- Espinoza O, JC Arriaga. 2009. Evolución de la producción campesina de leche en el Estado de México. en: La lechería familiar en México. Coordinadores: Cesín Vargas Alfredo, Cervantes Escoto Fernando y Álvarez Macías Adolfo. *Universidad Autónoma Chapingo.*
- Espinoza-Ortega A, E Espinosa-Ayala, J Bastida-López, T Castañeda-Martínez y CM Arriaga-Jordán. 2007. Small-scale dairy farming in the highlands of central Mexico: technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Exp Agr.* Vol 43, pp. 241–256
- Forar AL, JM Gay, DD Hancock. 1995. The frequency of endemic fetal loss in dairy cattle: a review. *Theriogenology.* Apr 15; 43(6):989-1000.
- Gädicke P, G Monti. 2008. Aspectos epidemiológicos y de análisis del síndrome de aborto bovino. *Arch Med Vet.* Vol. 40 No.3. pp. 223-234.
- García-Vázquez Z, R Rosario-Cruz, A Ramos-Aragón, C Cruz-Vázquez, G Mapes-Sánchez. 2005. *Neospora caninum* seropositivity and association with abortions in dairy cows in Mexico. *Vet Parasitol,* 134:61-65.
- García-Vázquez Z, R Rosario-Cruz, F Mejía-Estrada, I Rodríguez-Vivas, D Romero-Salas, M Fernández-Ruvalcaba, C Cruz-Vázquez. 2009. Seroprevalence of *Neospora caninum* antibodies in beef cattle in three southern states of Mexico. *Trop Anim Health Prod.* Jun;41(5):749-53.
- Gavrea RR, A Iovu, Losson B, Cozma V. 2011. Seroprevalence of *Neospora caninum* in dairy cattle from north-west and centre of Romania. *Parasite.* Nov; 18(4):349-51
- Givens MD, MSD Marley. 2008. Infectious causes of embryonic and fetal mortality. *Theriogenology* 70, 270-285.

- González-Warleta M, MJA Castro-Hermida, C Carro-Corral, J Cortizo-Mella, M Mezo. 2008. Epidemiology of neosporosis in dairy cattle in Galicia (NW Spain). *Parasitol Res* 102, 243–249.
- Hoving E. 2009. Abortions in Dairy Cattle-I: Common Causes of Abortions. Virginia Cooperative Extension. Publication 404-208. *Virginia State University*.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2007. Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2008. Anuario Estadístico del Estado de México.  
<http://cuencavalledemexico.com/informacion/estatal/estado-de-mexico/medio-natural/>
- Je-In L, K Ill-Hwa. 2007. Pregnancy loss in dairy cows: the contributing factors, the effects on reproductive performance and the economic impact. *J Vet Sci*. 8(3), 283–288
- Llorca J, C Fariñas-Álvarez y M Delgado-Rodríguez. 2001. Fracción atribuible poblacional: Cálculo e Interpretación. Revisión. *Gaceta Sanitaria* 2001; 15(1):61-67
- Magaña-Urbina A, JL Solorio-Rivera, JC Segura-Correa. 2005. Rinotraqueítis infecciosa bovina en hatos lecheros de la región Cutzio-Téjaro, Michoacán, México. *Téc Pecu Méx*. 43(1):27-37
- Mateu E, J Casal. 2003. Tamaño de la muestra. *Revista de Epidemiología y Medicina Preventiva*. 1:8-14
- Meléndez RM, AG Valdivia, EJ Rangel, E Díaz, JC Segura-Correa, AL Guerrero. 2010. Factores de riesgo asociados a la presencia de aborto y desempeño reproductivo en ganado lechero de Aguascalientes, México. *Rev Mex de Cienc Pecuarias* Vol. 1 No. 4. pp. 391-401.
- Moles LP, D Gavaldón, JI Torres, MA Cisneros, J Aguirre, N Rojas. 2002. Seroprevalencia simultánea de Leptospirosis y tres enfermedades de importancia reproductiva en

bovinos del altiplano central de la República Mexicana. *Rev Salud Animal*. Vol. 24 No. 2, 106-110

Montiel-Peña T, D Romero-Salas, Z García-Vázquez, L Medina-Esparza, C Cruz-Vázquez. 2011. Bovine neosporosis in cattle farms from the northern region of the state of Veracruz, Mexico. *Trop Subtrop Agroecosyst*, 13: 469-479

Morales E, FJ Trigo, F Ibarra, E Puente, M Santacruz. 2001. Seroprevalence study of bovine neosporosis in Mexico. *J Vet Diag Invest* 13:413-415

Muma JB, Pandey GS, Munyeme M, Mkandawire E, Chimana HM. 2012. Brucellosis among smallholder cattle farmers in Zambia: public health significance. *Trop Anim Health Prod*. Apr; 44(4):915-20

Muñoz GA. 2007. Estudio serológico de Diarrea Viral Bovina en bovinos Holstein de traspatio. *Memorias del XXXI Congreso Nacional de Buiatría y XIII Congreso Latinoamericano de Buiatría*. Acapulco, Guerrero, México. pp. 239-240

NOM-041-ZOO-1995. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Norma Oficial Mexicana NOM-041-ZOO-1995, Campaña Nacional contra la Brucelosis en los Animales. Diario Oficial. México, DF. 20 de agosto de 1996:43-66.

Ortiz O. 2004. Causas más comunes de aborto en México. *X Curso Internacional de Reproducción Bovina*, México, DF. pp 77-81.

Rubio Y, L García, O Pizano, A Nava, G Cantó, F Milián. 2012<sup>a</sup>. Prevalencia y distribución de las parasitosis de los bovinos en México: Trabajos publicados entre 2005 y 2011. *Memorias del XXXVI Congreso Nacional de Buiatría*, Mérida, Yucatán, México. pp. 368-374

Rubio Y, L García, O Pizano, A Nava, G Cantó, F Milián. 2012<sup>b</sup>. Prevalencia y distribución de las enfermedades bacterianas de los bovinos en México: Trabajos publicados entre 2005 y 2011. *Memorias del XXXVI Congreso Nacional de Buiatría*, Mérida, Yucatán, México. pp. 375-382

Salinas MJA, GJJ Mora, RJJ Zárate, VVM Riojas, VG Hernández, AG Dávalos, RR Ramírez, ALC Galán, RR Ávalos. 2005. Frecuencia de anticuerpos contra *Neospora caninum* en ganado bovino del noreste de México. *Vet Méx.* julio-septiembre, año/vol 36 núm. 003: 303-311.

SENASICA. Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, SAGARPA. Frecuencia en hatos de Brucelosis en los Estados de la República Mexicana. Periodo Julio-Diciembre, 2012. [www.senasica.gob.mx](http://www.senasica.gob.mx)

Smith RD. 1995. *Veterinary Clinical Epidemiology. A Problem-Oriented Approach.* 2<sup>nd</sup> edition. CRC Press, Inc. U.S.A.

Thrusfield M. 1995. *Veterinary Epidemiology,* 2<sup>nd</sup> ed. London: Blackwell Science.

Wolfgang D. 2003. Investigating abortions in cattle: part III Interpretation of results associated with bacteria, *Dairy & Animal Science Dairy Digest, DAS 66,* Penn State College of Agricultural Science, USA

**Cuadro 1.** Estatus serológico de algunas enfermedades asociadas con aborto en vacas lecheras de tres Municipios del Estado de México.

Serological status of some diseases associated with abortion in dairy cattle from three Municipalities of the State of Mexico.

| Municipio   | Número Vacas | Nc       |      | DVB      |      | IBR      |      | Br       |   | Lept     |      |
|-------------|--------------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|---|----------|------|
|             |              | <i>n</i> | %    | <i>n</i> | %    | <i>n</i> | %    | <i>n</i> | % | <i>n</i> | %    |
| Tlalmanalco | 40           | 23       | 57,5 | 16       | 40,0 | 9        | 22,5 | 0        | 0 | 4        | 10,0 |
| Amecameca   | 91           | 46       | 50,5 | 53       | 58,2 | 20       | 22,2 | 0        | 0 | 8        | 8,8  |
| Ayapango    | 47           | 23       | 48,9 | 14       | 29,8 | 3        | 6,4  | 0        | 0 | 9        | 19,1 |
| Total       | 178          | 92       | 51,7 | 83       | 46,6 | 32       | 18,0 | 0        | 0 | 21       | 11,8 |

(Nc) *Neospora caninum*, (DVB) Diarrea Viral Bovina, (IBR) Rinotraqueítis Infecciosa Bovina, (Br) Brucelosis y (Lept) Leptospirosis; *n* número de vacas positivas.

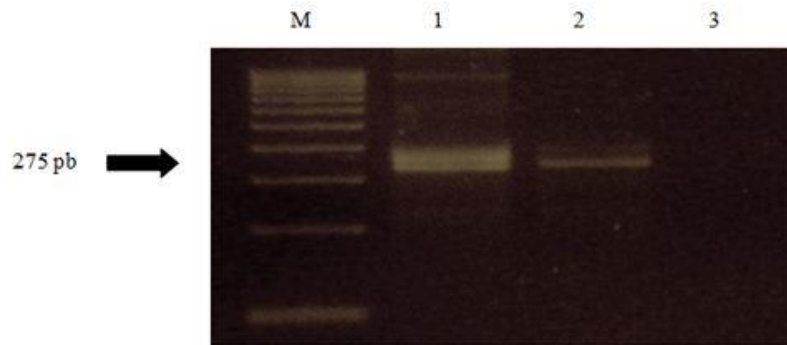
**Cuadro 2.** Estimación de la asociación entre seropositividad y antecedente de aborto por neosporosis, DVB, IBR, brucelosis y leptospirosis en vacas de los Municipios de Amecameca, Tlalmanalco y Ayapango del Estado de México.

Estimation of the association between seropositivity and history of abortion by neosporosis, DVB, IBR, brucellosis and leptospirosis in cattle of the Municipalities of Amecameca, Ayapango and Tlalmanalco, State of Mexico.

| Agente abortivo         | Prevalencia (%)<br>IC 95%   |               | Odds ratios (OR)<br>IC 95% | Valores de P<br>para $\chi^2$ | $\lambda_{\text{fap}}$ |
|-------------------------|-----------------------------|---------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------|
|                         | Casos<br>(vacas con aborto) | Grupo control |                            |                               |                        |
| <i>Neospora caninum</i> | 24,7±8,1                    | 7,3±4,9       | 5,15±4,71                  | < 0,00001                     | 0,232                  |
| DVB                     | 15,7±6,8                    | 16,3±6,9      | 1,16±0,93                  | 0,766                         | 0,0025                 |
| IBR                     | 6,2±4,5                     | 25,8±8,2      | 1,14±1,17                  | 0,945                         | 0,038                  |
| <i>Brucella abortus</i> | 0                           | 0             | -                          | -                             | -                      |
| <i>Leptospira</i> spp.  | 1,7±2,4                     | 30,3±8,7      | 0,32±0,51                  | 0,108                         | -0,259                 |

$\lambda_{\text{fap}}$  fracción atribuible poblacional; DVB Diarrea Viral Bovina; IBR Rinotraqueítis Infecciosa Bovina.





**Figura 1.** Productos amplificados por PCR con iniciadores de *Neospora caninum*. Carriles: M) marcador molecular de 50 pb; 1) control positivo; 2) cerebro de feto; 3) Control de H<sub>2</sub>O.

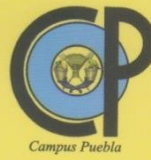
PCR amplified products with *Neospora caninum* initiators. Lanes: M) molecular marker 50 bp, 1) positive control, 2) fetal brain, 3) H<sub>2</sub>O Control.

---

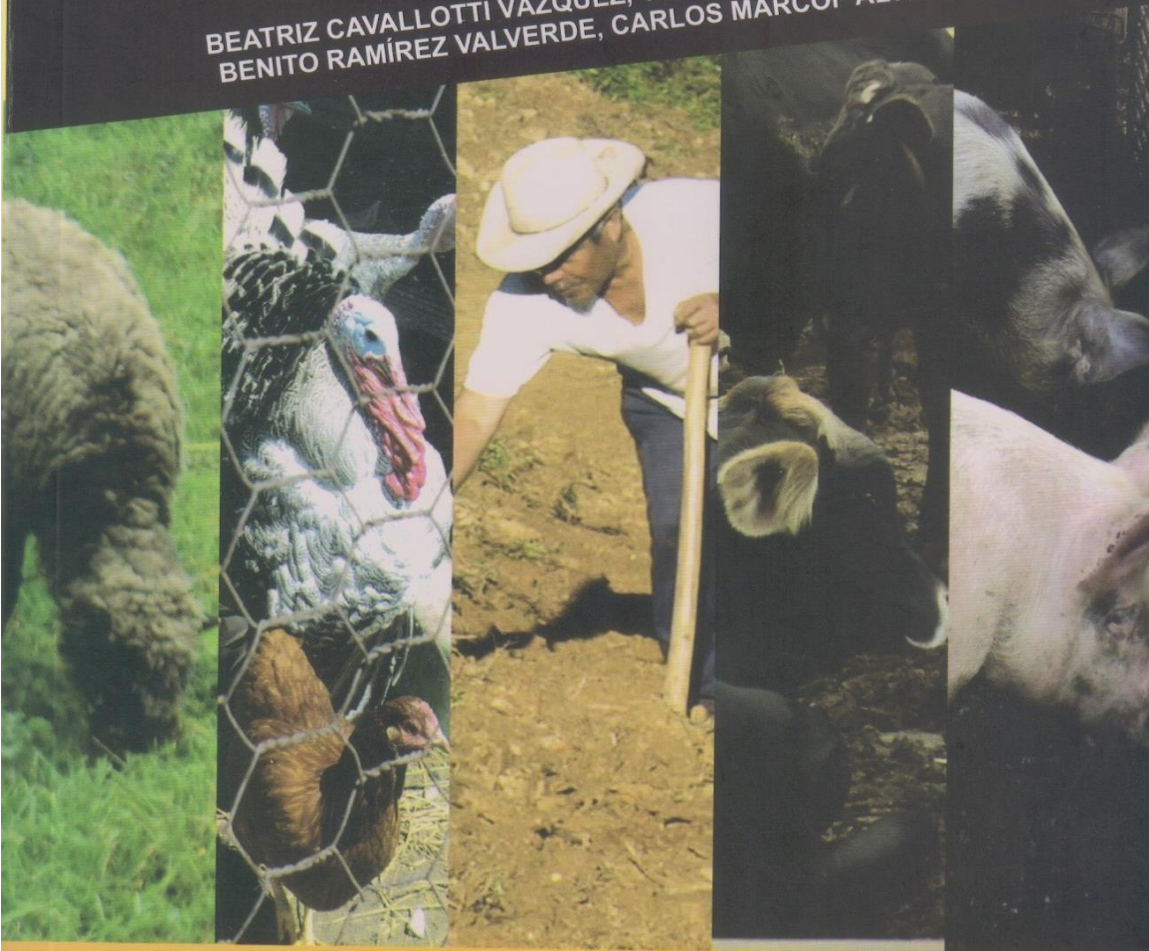
El aborto bovino: Efectos productivos, económicos y sociales en la lechería en pequeña escala en el Sur Oriente del Estado de México.

---

Juan José Ojeda Carrasco, Luis Brunett Pérez, Enrique Espinosa Ayala, Jesús Antonio Álvarez Martínez. El aborto bovino: Efectos productivos, económicos y sociales en la lechería en pequeña escala en el Sur Oriente del Estado de México. En: Cavallotti Vázquez Beatriz A.; Cesín Vargas Alfredo, Ramírez Valverde Benito; y Marcof Álvarez Carlos. "Ganadería y alimentación: alternativas frente a la crisis ambiental y el cambio social". Universidad Autónoma Chapingo. 2012. pp. 619-631. ISBN: 978-607-715-083-1



**COORDINADORES**  
**BEATRIZ CAVALLOTTI VÁZQUEZ, ALFREDO CESÍN VARGAS,**  
**BENITO RAMÍREZ VALVERDE, CARLOS MARCOF ÁLVAREZ**



**Ganadería y alimentación: alternativas frente  
a la crisis ambiental y el cambio social  
Vol. 2**

## Resumen

### **El aborto bovino: Efectos económicos en la lechería de pequeña escala en el Sur Oriente del Estado de México.**

Juan José Ojeda Carrasco, Luis Brunett Pérez, Enrique Espinosa Ayala  
y Jesús Antonio Álvarez Martínez

El objetivo del presente proyecto fue determinar el número de abortos e identificar los factores de riesgo del mismo en bovinos lecheros en el sistema de producción en pequeña escala en el Sur Oriente del Estado de México. Fueron seleccionadas 29 unidades de producción por medio de un muestreo no probabilístico por intención, de un total de 196 unidades de producción. Se establecieron tres estratos de acuerdo al tamaño del hato y vacas en etapa reproductiva, un total de 18 hatos con entre 3 y 8 vacas; 8 hatos con 9 a 15 vacas y 3 con más de 16 vacas fueron monitoreados. Se identificaron todos los animales al inicio del proyecto, asimismo se generó un registro individual para su control; se aplicó una encuesta semiestructurada a cada productor con la finalidad de obtener información relativa al manejo del hato e identificar factores de riesgo del aborto. Mediante ultrasonografía y palpación rectal se determinó el estado reproductivo de cada animal. En cada hato se mantuvieron las prácticas cotidianas de manejo, alimentación, medicina preventiva y manejo reproductivo. Durante un año se realizó el seguimiento de las vacas o vaquillas gestantes y a las que se les dio servicio ya sea por monta natural o inseminación artificial; a los 35 y 50 días post servicio se efectuó el diagnóstico de gestación mediante el uso de ultrasonografía con un equipo SVGA de 10.4 pulg. 2.5 a 7.5 MHz. y confirmando por palpación rectal a los 5 y 7 meses de gestación. Un total de 337 vacas fueron monitoreadas, al inicio del estudio la edad promedio fue de 4.73 años con una desviación estándar de 2.4 años;  $2.28 \pm 1.8$  partos por vaca y  $1.6 \pm 1.19$  servicios por concepción. 58 vacas tenían antecedentes de al menos 1 aborto (43), 13 con dos abortos y 2 más, tres abortos. Se consideró como aborto la pérdida de la gestación entre los 42 y 260 días de la gestación, se estimó un promedio mensual de 157.6 vacas en gestación y se comprobaron 41 animales que abortaron, presentándose un mayor número de casos en el temporal de lluvias.

## **El aborto bovino: Efectos productivos, económicos y sociales en la lechería en pequeña escala en el Sur Oriente del Estado de México.**

Juan José Ojeda Carrasco<sup>1</sup>, Luis Brunett Pérez<sup>1</sup>, Enrique Espinosa Ayala<sup>1</sup>  
y Jesús Antonio Álvarez Martínez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma del Estado de México. Centro Universitario UAEM Amecameca. Carretera Amecameca-Ayapango Km 2.5, C.P. 56900 Amecameca, Estado de México, México.

<sup>2</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria, INIFAP. Carretera Federal Cuernavaca-Cuautla No. 8354 Col. Progreso, C.P. 62550, Jiutepec, Morelos. México.\*

### **Introducción.**

Los efectos económicos de las enfermedades pueden ser complejos y sobrepasar el alcance inmediato en los productos pecuarios o animales afectados. La mayor consecuencia económica directa de una enfermedad es la pérdida de la producción o la menor eficiencia de la misma, lo cual se traduce en la reducción de los ingresos. En todo caso, la gravedad de dichas consecuencias económicas dependerá de las circunstancias específicas de la unidad de producción, es decir, si la economía depende de uno o pocos productos o si hay diversificación de la producción (FAO, 2001).

En México los sistemas productivos de leche son diferentes y han sido clasificados principalmente en cuatro: especializado, semiespecializado, doble propósito y familiar o de traspatio (Villamar y Olivera, 2005). En el caso del sistema familiar o de traspatio diversos autores lo han redefinido como sistema de producción en pequeña escala en donde las unidades de producción presentan un nivel de tecnificación menor y las ganancias están en función de la cantidad de animales y no en términos de su productividad (Espinosa *et al.*, 2005; Espinosa *et al.*, 2007; Espinosa y Arriaga, 2009).

De acuerdo con López *et al.*, en 2008, los índices de pobreza en el Altiplano Central de México mostraban un 22,2% de la población en pobreza alimentaria y el 49,9% en pobreza patrimonial y mencionan: “La producción de leche en pequeña escala ha demostrado que, con sus limitados recursos de tierra y animales, genera ingresos para una vida digna de las familias campesinas, además de representar una opción de vida en el medio rural al generar ingresos mediante una ocupación permanente en las propias comunidades y ser un detonador económico al requerir diversos insumos y ser el eslabón primario en la cadena de transformación de productos lácteos”.

Se considera que las unidades de producción de leche en pequeña escala se caracterizan por el poco o nulo desarrollo tecnológico; un bajo número de vientes, utilizan procedimientos productivos atrasados como la ordeña manual y basan la alimentación en forrajes de baja calidad como el rastrojo de maíz y avena o el pastoreo de praderas nativas; es común que ocupen complementos alimenticios como el maíz molido y subproductos agroindustriales de la localidad o bien tienen dependencia en el consumo de alimentos balanceados comerciales (Bernal, 2007). En tanto que sus instalaciones suelen ser rústicas, pueden contar con la presencia de componentes tecnológicos promovidos por instituciones gubernamentales. El tipo de ganado generalmente es del fenotipo Holstein y cruza con la raza Suizo o bien el ganado criollo (Puente *et al.*, 2011).

Uno de los factores de mayor importancia en este tipo de unidades de producción es que la mano de obra empleada es de tipo familiar participando desde los miembros de la familia más pequeños hasta personas de edad avanzada (Del Moral, 2003; Romero, 2010; Tapia, 2010); y de acuerdo con autores como Chayanov, (1979) y Santiago, (1987) este es un factor que destaca en la economía campesina, ya que la producción pecuaria y agrícola está basada sobre unidades económicas familiares no asalariadas, dichos autores reconocen que la unidad económica no es la parcela o el predio, sino la familia, cuyos miembros participan en los procesos productivos tanto pecuarios como agrícolas que se dan en las unidades de producción, es decir, que el funcionamiento de las



empresas campesinas está sustentado básicamente en el empleo de la mano de obra que aportan los miembros de la familia.

Del mismo modo, otro aspecto característico de este sistema es que los mecanismos de comercialización se encuentran sujetos a empresas externas o locales dedicadas a la producción de quesos en forma artesanal, y de manera secundaria a la venta de leche cruda dentro de la comunidad y la leche destinada para el autoconsumo (Boucher y Brun, 2011; Espinosa *et al.*, 2008; Espinoza *et al.*, 2005).

Por su parte, con referencia a los aspectos de manejo del hato desde el punto de vista zootécnico y de medicina preventiva, es común encontrar que las medidas de bioseguridad son mínimas o el establecimiento de programas de vacunación son prácticamente nulos, lo que incrementa las posibilidades en la presentación de enfermedades o bien alteraciones que repercuten en la productividad del ganado como lo es el síndrome de abortos en el bovino (Del Moral, 2003).

Se ha considerado que el aborto es un factor que limita el desarrollo de la ganadería en los diferentes países alrededor del mundo al producir importantes pérdidas económicas (Gädicke y Monti, 2008; Rivera, 2001). El aborto es un problema de creciente importancia ya que tiene un impacto significativo en el hato al afectar la productividad y disminuir su viabilidad, el desempeño productivo y reproductivo al reducir el número potencial de vaquillas de reemplazo y la producción de leche, además de incrementar los costos asociados a la alimentación del ganado, tratamientos médicos, inseminación artificial y desecho prematuro de animales, entre otros.

En la vaca el aborto es considerado como la pérdida del producto de la gestación entre los 42 y los 260 días; antes de los 42 días se reconoce como pérdidas embrionarias tempranas y/o reabsorción del embrión, posterior a los 260, se estima que el producto es viable, y entonces después de este momento se valora como un parto prematuro. El aborto puede presentarse de forma

esporádica, endémica o en forma de brote, también conocido como “tormenta de abortos”; puede ser de origen infeccioso ocasionado por bacterias, virus, parásitos y hongos, o bien no infeccioso como por ejemplo en el caso de traumatismos, anormalidades genéticas, alteraciones hormonales o intoxicaciones de origen alimenticio; por lo que establecer el agente causal que lo produce resulta ser difícil y costoso (Thurmond *et al.*, 1990).

Las pérdidas económicas que produce el síndrome del aborto han sido ampliamente estudiadas en diferentes países en los que se ha estimado el valor del aborto, por ejemplo en California en \$640 dólares (Thurmond y Picanso, 1990); otros autores lo valoran entre 600 y 800 dólares (Eicker y Fetrow, 2003), mientras que Weersink *et al.*, (2002) estiman una merma de \$1,286 dólares, pues consideran las pérdidas en la producción de leche y la disminución en el desempeño reproductivo. En México, en un estudio realizado en 1998 por el Comité Técnico sobre aborto bovino en la Comarca Lagunera en Durango, estimó el costo de un aborto en vacas de primer parto en \$10,684.20 y de \$12,549.60 cuando el aborto afectaba a vacas de más de dos partos (Córdova *et al.*, 2003). En todos estos casos el sistema de producción en el que se realizaron los estudios fue en el especializado o tecnificado.

Considerando que la problemática reconocida ha sido abordada en el sistema tecnificado de producción y debido a la falta de información del tema en el sistema de producción de leche en pequeña escala, el objetivo del presente trabajo fue cuantificar el número de abortos e identificar los factores de riesgo del mismo en bovinos lecheros de este sistema en el sur oriente del estado de México, asimismo identificar los efectos económicos, productivos y sociales que provoca.

### **Desarrollo del Tema y Aspectos Metodológicos**

La investigación se llevó a cabo en tres municipios del sur oriente del Estado de México; Amecameca de Juárez, Tlalmanalco de Velázquez y Ayapango de Gabriel Ramos Millán, los cuales se ubican entre las coordenadas 98°45'30" y



98°51'20" de longitud oeste y 19°03'12" y 19°37'43" de latitud norte a una altura promedio de 2240 msnm. El clima de la región es templado-semifrío y subhúmedo cb(w2), con la mayor parte de lluvias en verano y otoño. La temperatura máxima es de 32°C y la mínima de -8°C, con un promedio anual de 14.1°C. La precipitación pluvial anual es de 935.6 milímetros (Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones del Estado de México). Esta región se caracteriza por la producción de leche que se destina en un alto porcentaje a la elaboración de quesos de diferentes variedades los cuales son comercializados en queserías locales en la Delegación de Poxtla del municipio de Ayapango o bien distribuidos en la ciudad de México, y en Cuautla y Cuernavaca en el Estado de Morelos (Tapia, 2010).

De una total de 149 unidades de producción de leche (INEGI, 2007) y debido a que el número y tamaño de las mismas varía entre los municipios en estudio; se aplicó un muestreo doble estratificado no probabilístico por intención (Espinoza-Ortega *et al.*, 2007), fueron seleccionadas 29 unidades de producción que representaron el 19.4% del total. Se consideró como primer estrato la representación proporcional de cada uno de los tres municipios, y tres tamaños de hato, acorde al número de vacas en lactación, el primero de 3 a 7 vacas, el segundo con 8 a 15 y el último con más de 16 animales (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de las unidades de producción por municipio y estrato utilizadas en el muestreo.

| Estrato (No. de vacas) | Amecameca | Ayapango | Tlalmanalco | Total |
|------------------------|-----------|----------|-------------|-------|
| 3-7                    | 7         | 5        | 6           | 18    |
| 8 a 15                 | 3         | 3        | 2           | 8     |
| Más de 16              | 2         | 1        | 0           | 3     |
| Total                  | 12        | 9        | 8           | 29    |

Al inicio del trabajo de campo se aplicó un cuestionario semiestructurado a cada uno de los productores con la finalidad de obtener información en tres rubros principales: a) Aspecto social: datos generales del productor, estructura familiar, nivel de escolaridad, actividades agrícolas y pecuarias a las que se dedica, participación de la familia en las actividades agropecuarias, b) Aspectos productivos de la explotación: estructura del hato, manejo reproductivo y de medicina preventiva, manejo de la alimentación, índices productivos y medidas de bioseguridad, y c) Económicos: comercialización de la leche y subproductos, comercialización de otros productos agropecuarios.

En el periodo comprendido entre Junio de 2011 y Mayo de 2012 se realizó el seguimiento de un total de 337 vacas, durante este tiempo las prácticas de manejo reproductivo, nutricional, medicina preventiva y mano de obra empleada se mantuvieron en cada una de las unidades de producción como se realizan rutinariamente. Al inicio del estudio se identificaron los animales con aretes de plástico y se elaboró un registro individual para el control de los mismos; la edad promedio del ganado fue de  $4.73 \pm 2.4$  años y  $2.28 \pm 1.8$  partos por vaca; 58 vacas tuvieron antecedentes de haber presentado al menos un aborto. Posteriormente, mediante palpación rectal y el uso de ultrasonografía se determinó el estado fisiológico de cada vaca. Conforme se dio servicio a las hembras ya sea por monta natural o inseminación artificial se realizó el diagnóstico de gestación a los 35 y 50 días por medio de ultrasonografía con un equipo SVGA de 10.4 pulg. 2.5-7.5 MHz y se corroboró su estado por medio de palpación rectal a los 3, 5 y 7 meses de gestación. En los casos en los que se observó el aborto fue registrada la fecha del momento en el que se presentó el evento. En aquellas en los que se había confirmado la gestación y a pesar de no encontrar el producto abortado o la presencia de placenta se estimó el tiempo en el que se presentó el aborto.

## Resultados

La edad promedio de los productores encuestados fue de 44.5 años, sin embargo, 5 productores tenían entre 32 y 36 años y cuatro entre 40 y 44, resaltando que el 69% son mayores a los 50 años. Con referencia a los años dedicados a la actividad de producción de leche fue de 15.2 años, no obstante este dato se ve afectado por valores extremos ya que existe un productor con 2 años de antigüedad en la actividad y otros dos tienen 40 años dedicados a esta área de la producción pecuaria, el 79.3% es un grupo de productores que tienen arraigo en la actividad y son aquellos que cuentan con mayor edad, mientras que solo un grupo pequeño de productores más jóvenes cuentan con menos de 7 años de haberse integrado a la misma. En cuestión de la escolaridad fue de 8.1 años, puntualizando el caso de dos productores que no tienen instrucción alguna; este aspecto es importante relacionarlo con el grado de capacitación y el poco interés mostrado por este tipo de productores para la implementación de nuevas técnicas de producción y romper con el esquema tradicional de producción heredado normalmente de abuelos a padres y de padres a hijos (Hooft, 2004; Losada *et al.*, 1994).

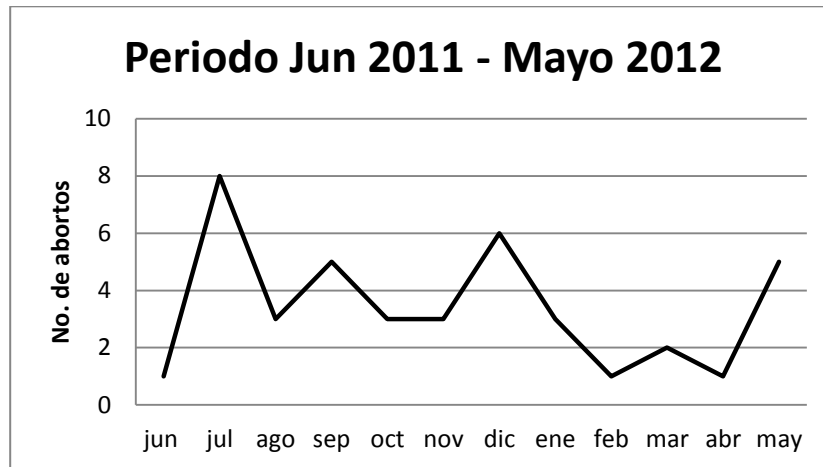
Se encontró que para el 75.6% de los productores, la lechería es su principal actividad, aunque solo para el 69% representa la principal fuente de ingresos en tanto que el 82.7% los complementa con la agricultura. Una particularidad encontrada es que en el 100% de las unidades de producción al menos un miembro de la familia colabora en las actividades de cuidado y alimentación del ganado, destacando la participación de las mujeres ya sea en las labores de alimentación de la cría, limpieza de utensilios o venta de la leche y el de los niños que colaboran en actividades como la ordeña, la limpieza de corrales, alimentación y cuidado de los animales en el pastoreo; en todos los casos no se destina un pago por la mano de obra aportada por la familia, lo que concuerda con lo mencionado por Chayanov (1979) y Santiago (1987) al igual que lo reportado por Espinoza *et al.*, (2007).

Se identificaron un total de 43 abortos durante un periodo de seguimiento de 1 año, de ellos 27 vacas abortaron por primera vez, 11 vacas tenían antecedentes de un aborto, tres vacas ya habían abortado dos ocasiones y solo una tenía tres abortos previos; la mayor cantidad de abortos se presentó en las hembras con un menor número de partos, el 64.3% de vacas entre 0 (vaquillas) y dos partos (Tabla 2), lo cual es diferente a lo encontrado por Meléndez *et al.*, (2010), en ganado especializado pues en dicha investigación las vacas con más de 4 partos son las que se veían más afectadas por el aborto. Alcanzando una tasa mensual del 4.85% en Julio y 4.0% en Diciembre de 2012, y 3.73% en Mayo de 2012

Tabla 2. Casos de aborto de acuerdo al número de parto en vacas del sistema de producción en pequeña escala en tres municipios del Sur Oriente del Estado de México.

| No. de parto  | No. de abortos | %     |
|---------------|----------------|-------|
| 0 (vaquillas) | 8              | 19.0  |
| 1             | 6              | 14.3  |
| 2             | 13             | 31.0  |
| 3             | 3              | 7.1   |
| 4             | 6              | 14.3  |
| 5             | 4              | 9.5   |
| 6             | 1              | 2.5   |
| 8             | 1              | 2.4   |
|               | 42             | 100.0 |

En cuanto a la distribución de los abortos durante el año se observó una cierta estacionalidad al registrar un mayor número en la época de lluvias (Gráfica 1).



Grafica 1. Distribución mensual de los abortos en bovinos del sistema de producción en pequeña escala en el sur oriente del estado de México.

Solo en dos de los casos las vacas que abortaron fueron desechadas, esto resulta interesante si se compara con el manejo que se da en el sistema especializado de producción de leche en el que este tipo de vacas son eliminadas si no cumplen con las expectativas de producción, es decir, que se puede realizar el desecho prematuro a causa del aborto (Meléndez *et al.*, 2010); de acuerdo a la lógica campesina, el productor no elimina estas vacas pensando en que se les puede proporcionar tratamiento médico en todos los casos y no perder su patrimonio, sin embargo, es difícil que acceda a la realización de pruebas de laboratorio que permitan identificar al agente que produjo el aborto, lo cual es costoso.

Para la gran mayoría de los productores la percepción de las pérdidas que genera el aborto se limita a la muerte y pérdida del producto de la gestación, no obstante es trascendental indicar que existen pérdidas que no identifica como son: la pérdida de las potenciales vaquillas de reemplazo, la leche que se deja de producir al no presentarse una nueva lactación o en su caso no alcanzar el pico de

lactación cuando se presenta el aborto, el valor de la cría al nacimiento, el costo generado por tratamientos, la posible infertilidad y el incremento en los costos para gestar nuevamente a la vaca, así como los gastos inherentes a la alimentación y a la ocupación de espacio dentro de las instalaciones o el costo por el pago de honorarios médicos, todo esto reflejado en la alteración de los parámetros productivos y reproductivos.

Debe considerarse que la venta de leche es la principal fuente de ingresos, por lo que al disminuir la producción de la misma coloca en desventaja o incluso pone en riesgo la viabilidad de la permanencia de la unidad de producción.

Cuando se presenta el aborto se alteran parámetros tanto productivos como reproductivos. Para iniciar una nueva lactación es necesario que la vaca tenga un parto, cuando se presenta el aborto y dependiendo del momento de la gestación en el que se manifieste, esa nueva lactación se verá afectada siendo más severo el efecto mientras más avanzada sea la gestación. El desempeño reproductivo se ve afectado pues se incrementa el número de días abiertos, el intervalo entre parto, el número de servicios por concepción; también se asocian algunas alteraciones como retención de placenta y metritis lo cual disminuye la fertilidad de la vaca.

Se logró identificar los siguientes factores de riesgo que predisponen a la presentación del aborto: no existen programas preventivos de vacunación, incluso para brucelosis la cual es una enfermedad que se encuentra en campaña de control y erradicación en el país. No hay medidas de bioseguridad, el manejo del hato es abierto, prácticamente cualquier persona puede entrar a las unidades de producción sin un control sanitario mínimo. Es frecuente la compra-venta de animales sin considerar que pueden ser portadores o vectores de enfermedades. La presencia de perros es muy común y aunque en muchos de los casos cumplen con una función de protección o ayuda en el cuidado del ganado, algo para resaltar es que las placentas, fetos abortados, becerros nacidos muertos o incluso vacas que mueren son utilizados para la alimentación de los mismos, lo cual

perpetua los focos de infección como pudiera ser el caso de la neosporosis bovina o la leptospirosis. No hay un control de la fauna nociva, principalmente las ratas.

Como se mencionó la producción de leche en el sistema en pequeña escala es una posibilidad de obtención de recursos económicos que le permiten tener una calidad de vida digna a las familias campesinas, sin embargo, los bajos niveles de preparación escolar y el arraigo con las formas tradicionales de producir le impiden al productor dimensionar los efectos económicos y productivos que producen los abortos dentro de la unidad de producción. La leche es el principal producto comercial y que le permite tener ingresos al productor, cuando esta se ve disminuida por diferentes factores como lo es el caso que se aborda por enfermedades o el resultado de las mismas (el aborto) la viabilidad de dichas unidades de producción se ve en riesgo; ahora bien, el impacto que pueda producir esto se ve en ocasiones aligerado cuando el productor tiene otras entradas de capital por la venta de diferentes productos, ya sea agrícolas o de otras especies pecuarias. Por otro lado, en caso de no contar con alternativas económicas dentro de la unidad de producción se enfrenta desde la pérdida parcial o hasta la pérdida total del patrimonio o enfrentar endeudamiento que le tomará un tiempo considerable para recuperar el nivel de vida, recordando que en general son personas con un bajo nivel de preparación escolar así como edad avanzada, que les impide acceder a otras alternativas de empleo fuera de la unidad de producción, lo cual afecta a todos los miembros de la familia que dependen de dicha fuente de ingreso.

### **Consideraciones finales**

La producción de leche en este sistema de producción es una alternativa para el autoempleo de las familias campesinas en la región sur oriente del estado de México, lo cual se ve favorecido al contar con un ambiente propicio para el desarrollo de esta actividad y con la posibilidad de compaginarlo con la producción agrícola; se encontró que para un alto porcentaje de productores (70%) la producción de leche es la principal actividad y la fuente de ingresos más

importante la que es complementada por los recursos producidos por productos agrícolas, principalmente el maíz.

Se constató que el aborto es un problema real en este tipo de sistema al registrarse un total de 43 eventos durante un año en el que se hizo el seguimiento de 336 vacas, lo cual se traduce en pérdidas económicas en las unidades de producción; asimismo no se tiene aún estimado el valor del aborto en vacas de este sistema, sin embargo, considerando que la producción por lactación es de 4128 litros en promedio, y en el caso de las vacas que abortaron y se hizo el seguimiento dejaron de producir alrededor de 1750 litros de leche, solo este aspecto produce una pérdida de \$7 875.00 pesos.

La disminución en la entrada de recursos monetarios por venta de la leche y el incremento de costos por atención del problema perjudican la economía de la unidad de producción. Las secuelas como la infertilidad, alteran los parámetros reproductivos, pudiendo incluso provocar el desecho prematuro, así como la disminución en la productividad. Desde el punto de vista social, esta actividad promueve el autoempleo, incluso de personas de edad avanzada en su propia comunidad, al disminuir los ingresos se coloca en riesgo la viabilidad y permanencia de la unidad de producción y por ende la estabilidad económica y social de las familias campesinas dedicadas a esta área de la producción.



## Bibliografía:

Bartra R (1979) Teoría del valor y la economía del campesino” invitación a la lectura de Chayanov en Economía Campesina. Lima, Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo (DESCO).

Bernal L., Rojas M., Vázquez C., Espinoza A., Castelán O (2007). Determinación de la calidad Físicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. Vet. Méx. 38(4):395-407.

Boucher, F. y Brun, V. (Coord.) (2011). De la leche al queso: queserías rurales en América Latina. IICA - Miguel Ángel Porrúa, México

Chayanov A (1979) La organización de la Unidad de producción campesina: Introducción” en Economía Campesina. Lima, Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo (DESCO).

Córdova L.D., Hernández A.L., Urrutia V.R.M., Moles C LP., García V Z., (2003) Enfermedades que provocan abortos en bovinos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Centro; Campo Experimental Bajío, Celaya, Gto. México. Diciembre 2003.

Del Moral B, LE (2003) La producción de leche en pequeña escala en el Valle de Toluca: Un análisis de ingresos. Estudio de caso en Loma del Salitre y Tenango de Arista. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas.

Eicker S y Fetrow J. (2003) *New tools for deciding when to replace use dairy cows*. Pages 33-46. In Proc. Kentucky Dairy Conf., Cave City, KY. Univ Kentucky, Lexington.

Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México.

<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM15mexico/municipios/15009a.html>

<http://e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM15mexico/municipios/15103a.html>

<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM15mexico/municipios/15017a.html>

Espinosa O, VE., Rivera H, G., García H, LA (2008) Los canales y márgenes de comercialización de la leche cruda producida en sistema familiar (estudio de caso)\* Vet. Méx V 39 n.1 México ene/mar. 2008

Espinoza O A, Álvarez M A, Del Valle M C y Chauvete M (2005) La Economía de los Sistemas Campesinos de Producción de Leche en el Estado de México. Técnica Pecuaria México 43 (1):39-56

Espinoza-Ortega A, Espinosa-Ayala E., Bastida-López J., Castañeda-Martínez T and Arriaga-Jordán CM (2007) Small-scale dairy farming in the highlands of central Mexico: Technical, economic and social aspects and their impact in poverty. *Experimental Agriculture* 43:241-256

Espinoza O,A., Arriaga J,C. (2009) Evolución de la producción campesina de leche en el Estado de México y participación del Estado. En La Lechería Familiar en México. Coordinadores: Cesín Vargas Alfredo, Cervantes Escoto Fernando y Álvarez Macías Adolfo.

FAO (2001) El Estado Mundial de la agricultura y la alimentación. “Efectos económicos de las enfermedades y plagas transfronterizas. [www.fao.org/docrep/003/X9800s/x9800s16.htm](http://www.fao.org/docrep/003/X9800s/x9800s16.htm)

Gädicke P y Monti G. (2008) Aspectos epidemiológicos y de análisis del síndrome de aborto bovino. Arch. Med. Vet. V.40 N.3 Valdivia 2008

Galesky B (1977). Sociología del Campesinado. Barcelona, Editorial Península.

Hooft K. (2004) Dos formas de crianza pecuaria familiar. En: Gracias a los animales: análisis de la crianza pecuaria familiar en Latinoamérica, con estudios de caso en los valles y altiplano de Bolivia. AGRUCO, CICAC, pp 75-104.

INEGI (2007) Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. www.inegi.org.mx

López J,B., Arriaga JC., González D, JG, Castelán O, OA y Espinoza O, A (2008) Variación económica a lo largo del año de los sistemas campesinos de producción de leche y su efecto en los índices de pobreza. Livestock Research for Rural Development 20 (2) 2008

Losada H., Cortés J., Grande J y Hernández G (1994) La producción animal en Iztapalapa. Iztapalapa, núm. 25, pp 77-96

Meléndez S R.M., Valdivia F A.G., Rangel M E,J., Díaz A E., egura-Correa J.C., Guerrero B A, L. (2010) Factores de riesgo asociados a la presencia de aborto y desempeño reproductivo en ganado lechero de Aguascalientes, México. Rev Mex Cienc Pecu 2010;1(4):391-401

Puente B, J., Brunett P, L., Espinosa A, E., Márquez M,O (2011) Cálculo del consumo de energía en la producción de leche en pequeña escala en los municipios de Amecameca y Ayapango, Estado de México. En La ganadería ante el agotamiento de los paradigmas dominantes Universidad Autónoma de Chapingo. Vol. 1:201-210

Rivera G,H (2001) Causas frecuentes de aborto bovino. Rev Ind Vet Perú 2001; 12(2):117-122

Romero A (2010) Caracterización del agroecosistema de producción de leche en el municipio de Ayapango, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México. CU Amecameca.

Santiago J (1987) La definición del sistema de producción agrícola o hacia una economía política de la agricultura. Maracay. Universidad Central de Venezuela. Trabajo de Ascenso, 1987.

Tapia R, Z (2010) Indicadores para la evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas de producción de leche de San Francisco Zentlalpan, municipio de Amecameca de Juárez, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México. CU Amecameca.

Thurmond M,C., Picanso J,P., Jameson C,M (1990) *Considerations for use of descriptive epidemiology to investigate fetal loss in dairy cows*. JAVMA, 197:1305-1312

Thurmond M.C y Picanso J.P. (1990). *A surveillance system for bovine abortion*. Prev. Vet. Med. 9:41–53.

Villamar A,L., Olivera CE. (2005) Situación actual y perspectivas de la producción de leche en México 2005. Coordinación General de Ganadería SAGARPA, México 2005, pág 4.

Weersink A., VanLeeuwen J., Chi A, J y Keefe G.P. (2002). *Direct production losses and treatment costs due to four dairy cattle diseases*. Proc. Western Canadian Dairy Seminar, Red Deer, Alberta, Canada. Adv. Dairy Technol. 14:55–75.

## Estimación de la Tasa de abortos

Aunque este método se conoce como tabla de vida fetal, en realidad lo que evalúa es la pérdida de la gestación que ocurre entre el periodo comprendido entre el diagnóstico de gestación y el parto o el aborto. Esta metodología concede la posibilidad de analizar de una forma más precisa la información concerniente a las pérdidas gestacionales en intervalos de tiempo específico, considerando como: pérdidas embrionarias (<45 días del tiempo de preñez: TDP), pérdidas fetales (45-260 TDP), y partos prematuros (>260 TDP).

Fue decisivo el tratar de recolectar la información sobre el tipo de pérdida fetal, incluyendo los abortos que se observaron directamente, así como las pérdidas que se hicieron efectivas al encontrar vacas vacías que habían sido previamente diagnosticadas como preñadas. También se prestó especial atención en incluir información de aquellas vacas que presentaron preñeces cuyos fetos parecieron ser de menor edad o tamaño de lo que se había estimado previamente, o también de aquellas cuyo tiempo de gestación pareció no ser compatible con las fechas de servicio (inseminación artificial o monta natural).

En los casos en los que el aborto no fue observado, fue determinante el estimar el tiempo en el que se produjo la muerte fetal, con la revisión periódica de las hembras servidas; inicialmente el seguimiento se realizó por el diagnóstico de gestación por ultrasonido entre los 35 y 45 días post servicio, lo cual se confirmó re-examinando a las vacas a los 60, 120 y 150 días y finalmente antes del secado del animal, esto permitió evaluar la viabilidad de la gestación o detectar pérdidas de la misma en intervalos de tiempo específicos.

Los datos del tiempo de gestación o de preñes fueron incluidos en las tablas de vida utilizando intervalos específicos de 34 días, sin embargo, de acuerdo a la metodología propuesta por Zambrano-Varón y Thurmond (2009), en el caso de hatos muy pequeños, este intervalo puede reducirse pues de lo contrario al disponer de pocos animales es muy probable tener intervalos en los que no se encuentren animales.

De acuerdo a los estimados para cada uno de los meses de seguimiento entre Junio de 2011 y Mayo del 2012 (Cuadro 3) se determinó una Tasa de abortos de 24.7% anual para las hembras a las cuales se dio seguimiento.

**Cuadro 3.** Estimación de la tasa mensual de abortos en bovinos del Sur Oriente del Estado de México.

JUNIO

|   | Intervalo (DG)  | No. Preñadas | Total de preñadas | No. De abortos | No. Vacas descartadas | No. A riesgo de abortar | Proporción abortando | Proporción no aborta | Riesgo de aborto        | Proporción acumulada no abortando |
|---|---|--------------|-------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------------|
|   | (i)   | (n)          | (n)               | (a)            | (c)                   | (r)<br>$r=n - 1/2 c$    | (q)<br>$q=a/r$       | (p)<br>$p=1-q$       | (h)<br>$h=a/(r-1/2(a))$ | (P)<br>$P=P \times p$             |
| 1 | 31-65   | 19           | 159               | 0              | 0                     | 159                     | 0                    | 1                    | 0.000                   | 1.000                             |
| 2 | 66-100  | 29           | 159               | 0              | 0                     | 159                     | 0                    | 1                    | 0.000                   | 1.000                             |
| 3 | 101-135   | 32           | 159               | 0              | 0                     | 159                     | 0                    | 1                    | 0.000                   | 1.000                             |
| 4 | 136-170   | 28           | 159               | 0              | 0                     | 159                     | 0                    | 1                    | 0.000                   | 1.000                             |
| 5 | 171-205   | 25           | 159               | 0              | 0                     | 159                     | 0                    | 1                    | 0.000                   | 1.000                             |
| 6 | 206-240   | 13           | 159               | 1              | 0                     | 159                     | 0.006                | 0.994                | 0.006                   | 1.000                             |
| 7 | 241-275   | 13           | 158               | 0              | 3                     | 156.5                   | 0                    | 1                    | 0.000                   | 0.994                             |
|   | total preñadas  | 159          |                   | 1              | 3                     |                         |                      |                      |                         |                                   |
|   | Tasa promedio de aborto para el mes de Junio de 2011= 1-P |              |                   |                |                       | 0.006                   |                      | 0.63%                |                         |                                   |

JULIO

|   | Intervalo (DG)  | No. Preñadas | Total de preñadas | No. De abortos | No. Vacas descartadas | No. A riesgo de abortar | Proporción abortando | Proporción no aborta | Riesgo de aborto        | Proporción acumulada no abortando |
|---|---|--------------|-------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------------|
|   | (i)   | (n)          | (n)               | (a)            | (c)                   | (r)<br>$r=n - 1/2 c$    | (q)<br>$q=a/r$       | (p)<br>$p=1-q$       | (h)<br>$h=a/(r-1/2(a))$ | (P)<br>$P=P \times p$             |
| 1 | 31-65   | 8            | 165               | 0              | 0                     | 165                     | 0                    | 1                    | 0                       | 1.000                             |
| 2 | 66-100  | 26           | 165               | 1              | 0                     | 165                     | 0.0061               | 0.994                | 0.006                   | 1.000                             |
| 3 | 101-135   | 28           | 164               | 2              | 0                     | 164                     | 0.0122               | 0.988                | 0.012                   | 0.994                             |
| 4 | 136-170   | 35           | 162               | 4              | 0                     | 162                     | 0.0247               | 0.975                | 0.025                   | 0.982                             |
| 5 | 171-205   | 26           | 158               | 1              | 0                     | 158                     | 0.0063               | 0.994                | 0.006                   | 0.958                             |
| 6 | 206-240   | 24           | 157               | 0              | 0                     | 157                     | 0.0000               | 1.000                | 0                       | 0.952                             |
| 7 | 241-275   | 18           | 151               | 0              | 6                     | 148                     | 0                    | 1                    | 0                       | 0.952                             |
|   | total preñadas  | 165          |                   | 8              | 6                     |                         |                      |                      |                         |                                   |
|   | Tasa promedio de aborto para el mes de Julio de 2011= 1-P |              |                   |                |                       | 0.048                   |                      | 4.85%                |                         |                                   |

AGOSTO

**Cuadro 3.** Estimación de la tasa mensual de abortos en bovinos del Sur Oriente del Estado de México.

|   | Intervalo (DG) | No. Preñadas | Total de preñadas | No. De abortos | No. Vacas descartadas | No. A riesgo de abortar | Proporción abortando | Proporción no aborta | Riesgo de aborto | Proporción acumulada no abortando |
|---|----------------|--------------|-------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|------------------|-----------------------------------|
|   | (i)            | (n)          | (n)               | (a)            | (c)                   | (r)                     | (q)                  | (p)                  | (h)              | (P)                               |
|   |                |              |                   |                |                       | $r=n - 1/2 c$           | $q=a/r$              | $p=1-q$              | $h=a/(r-1/2(a))$ | $P=P \times p$                    |
| 1 | 31-65          | 11           | 173               | 0              | 3                     | 171.5                   | 0                    | 1                    | 0                | 1.000                             |
| 2 | 66-100         | 19           | 170               | 1              | 0                     | 170                     | 0.0059               | 0.994                | 0.006            | 1.000                             |
| 3 | 101-135        | 29           | 169               | 1              | 0                     | 169                     | 0.0059               | 0.994                | 0.006            | 0.994                             |
| 4 | 136-170        | 24           | 168               | 0              | 1                     | 167.5                   | 0.0000               | 1.000                | 0.000            | 0.988                             |
| 5 | 171-205        | 33           | 167               | 1              | 0                     | 167                     | 0.0060               | 0.994                | 0.006            | 0.988                             |
| 6 | 206-240        | 23           | 166               | 0              | 0                     | 166                     | 0.0000               | 1.000                | 0                | 0.982                             |
| 7 | 241-275        | 34           | 152               | 0              | 14                    | 145                     | 0                    | 1                    | 0                | 0.982                             |
|   | total preñadas | 173          |                   | 3              |                       |                         |                      |                      |                  |                                   |

Tasa promedio de aborto para el mes de Agosto de 2011= 1-P

0.018

1.77%

SEPTIEMBRE

|   | Intervalo (DG) | No. Preñadas | Total de preñadas | No. De abortos | No. Vacas descartadas | No. A riesgo de abortar | Proporción abortando | Proporción no aborta | Riesgo de aborto | Proporción acumulada no abortando |
|---|----------------|--------------|-------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|------------------|-----------------------------------|
|   | (i)            | (n)          | (n)               | (a)            | (c)                   | (r)                     | (q)                  | (p)                  | (h)              | (P)                               |
|   |                |              |                   |                |                       | $r=n - 1/2 c$           | $q=a/r$              | $p=1-q$              | $h=a/(r-1/2(a))$ | $P=P \times p$                    |
| 1 | 31-65          | 21           | 186               | 1              | 3                     | 184.5                   | 0.005                | 0.995                | 0.005            | 1.000                             |
| 2 | 66-100         | 26           | 182               | 0              | 1                     | 181.5                   | 0.0000               | 1.000                | 0.000            | 0.995                             |
| 3 | 101-135        | 18           | 181               | 1              | 0                     | 181                     | 0.0055               | 0.994                | 0.006            | 0.995                             |
| 4 | 136-170        | 27           | 180               | 2              | 1                     | 179.5                   | 0.0111               | 0.989                | 0.011            | 0.989                             |
| 5 | 171-205        | 27           | 177               | 1              | 0                     | 177                     | 0.0056               | 0.994                | 0.006            | 0.978                             |
| 6 | 206-240        | 25           | 176               | 0              | 1                     | 175.5                   | 0.0000               | 1.000                | 0                | 0.973                             |
| 7 | 241-275        | 42           | 163               | 0              | 12                    | 157                     | 0                    | 1                    | 0                | 0.973                             |
|   | total preñadas | 186          |                   | 5              | 18                    |                         |                      |                      |                  |                                   |

Tasa promedio de aborto para el mes de Septiembre de 2011= 1-P

0.027

2.75

OCTUBRE **Cuadro . Estimación de la tasa mensual de abortos en bovinos del Sur Oriente del Estado de México. (Continuación)**

|   | Intervalo (DG) | No. Preñadas | Total de preñadas | No. De abortos | No. Vacas descartadas | No. A riesgo de abortar | Proporción abortando | Proporción no aborta | Riesgo de aborto        | Proporción acumulada no abortando |
|---|----------------|--------------|-------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------------|
|   | (i)            | (n)          | (n)               | (a)            | (c)                   | (r)<br>$r=n - 1/2 c$    | (q)<br>$q=a/r$       | (p)<br>$p=1-q$       | (h)<br>$h=a/(r-1/2(a))$ | (P)<br>$P=P \times p$             |
| 1   | 31-65          | 10           | 180               | 0              | 3                     | 178.5                   | 0                    | 1                    | 0                       | 1.000                             |
| 2   | 66-100         | 27           | 177               | 0              | 0                     | 177                     | 0.0000               | 1.000                | 0.000                   | 1.000                             |
| 3   | 101-135        | 24           | 177               | 1              | 1                     | 176.5                   | 0.0057               | 0.994                | 0.006                   | 1.000                             |
| 4   | 136-170        | 19           | 175               | 1              | 1                     | 174.5                   | 0.0057               | 0.994                | 0.006                   | 0.994                             |
| 5   | 171-205        | 22           | 173               | 0              | 0                     | 173                     | 0.0000               | 1.000                | 0.000                   | 0.989                             |
| 6   | 206-240        | 26           | 173               | 0              | 0                     | 173                     | 0.0000               | 1.000                | 0                       | 0.989                             |
| 7   | 241-275        | 52           | 146               | 1              | 26                    | 133                     | 0.008                | 0.992                | 0.008                   | 0.989                             |
|   | total preñadas | 180          |                   | 3              | 31                    |                         |                      |                      |                         |                                   |
| Tasa promedio de aborto para el mes de Octubre de 2011= 1-P |                |              |                   |                | 0.011                 |                         | 1.14%                |                      |                         |                                   |

NOVIEMBRE

|   | Intervalo (DG) | No. Preñadas | Total de preñadas | No. De abortos | No. Vacas descartadas | No. A riesgo de abortar | Proporción abortando | Proporción no aborta | Riesgo de aborto        | Proporción acumulada no abortando |
|---|----------------|--------------|-------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------------|
|   | (i)            | (n)          | (n)               | (a)            | (c)                   | (r)<br>$r=n - 1/2 c$    | (q)<br>$q=a/r$       | (p)<br>$p=1-q$       | (h)<br>$h=a/(r-1/2(a))$ | (P)<br>$P=P \times p$             |
| 1   | 31-65          | 17           | 171               | 0              | 9                     | 166.5                   | 0                    | 1                    | 0                       | 1.000                             |
| 2   | 66-100         | 23           | 162               | 1              | 1                     | 161.5                   | 0.0062               | 0.994                | 0.006                   | 1.000                             |
| 3   | 101-135        | 28           | 160               | 0              | 1                     | 159.5                   | 0.0000               | 1.000                | 0.000                   | 0.994                             |
| 4   | 136-170        | 18           | 159               | 1              | 0                     | 159                     | 0.0063               | 0.994                | 0.006                   | 0.994                             |
| 5   | 171-205        | 15           | 158               | 0              | 0                     | 158                     | 0.0000               | 1.000                | 0.000                   | 0.988                             |
| 6   | 206-240        | 21           | 158               | 0              | 0                     | 158                     | 0.0000               | 1.000                | 0                       | 0.988                             |
| 7   | 241-275        | 49           | 136               | 1              | 21                    | 125.5                   | 0.008                | 0.992                | 0.008                   | 0.988                             |
|   | total preñadas | 171          |                   | 3              | 32                    |                         |                      |                      |                         |                                   |
| Tasa promedio de aborto para el mes de Noviembre de 2011= 1-P |                |              |                   |                | 0.012                 |                         | 1.24%                |                      |                         |                                   |

DICIEMBRE **Cuadro .** Estimación de la tasa mensual de abortos en bovinos del Sur Oriente del Estado de México. (Continuación)

|   | Intervalo (DG) | No. Preñadas | Total de preñadas | No. De abortos | No. Vacas descartadas | No. A riesgo de abortar | Proporción abortando | Proporción no aborta | Riesgo de aborto | Proporción acumulada no abortando |
|---|----------------|--------------|-------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|------------------|-----------------------------------|
|   | (i)            | (n)          | (n)               | (a)            | (c)                   | (r)                     | (q)                  | (p)                  | (h)              | (P)                               |
|   |                |              |                   |                |                       | $r=n - 1/2 c$           | $q=a/r$              | $p=1-q$              | $h=a/(r-1/2(a))$ | $P=P \times p$                    |
| 1 | 31-65          | 11           | 153               | 0              | 4                     | 151                     | 0                    | 1                    | 0                | 1.000                             |
| 2 | 66-100         | 20           | 149               | 2              | 0                     | 149                     | 0.0134               | 0.987                | 0.014            | 1.000                             |
| 3 | 101-135        | 18           | 147               | 1              | 1                     | 146.5                   | 0.0068               | 0.993                | 0.007            | 0.987                             |
| 4 | 136-170        | 31           | 145               | 1              | 0                     | 145                     | 0.0069               | 0.993                | 0.007            | 0.980                             |
| 5 | 171-205        | 13           | 144               | 1              | 0                     | 144                     | 0.0069               | 0.993                | 0.007            | 0.973                             |
| 6 | 206-240        | 18           | 143               | 1              | 0                     | 143                     | 0.0070               | 0.993                | 0.007017544      | 0.966                             |
| 7 | 241-275        | 42           | 122               | 0              | 19                    | 112.5                   | 0.000                | 1.000                | 0.000            | 0.960                             |
|   | total preñadas | 153          |                   | 6              | 24                    |                         |                      |                      |                  |                                   |

Tasa promedio de aborto para el mes de Diciembre de 2011= 1-P 0.040 4.04%

ENERO

|   | Intervalo (DG) | No. Preñadas | Total de preñadas | No. De abortos | No. Vacas descartadas | No. A riesgo de abortar | Proporción abortando | Proporción no aborta | Riesgo de aborto | Proporción acumulada no abortando |
|---|----------------|--------------|-------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|------------------|-----------------------------------|
|   | (i)            | (n)          | (n)               | (a)            | (c)                   | (r)                     | (q)                  | (p)                  | (h)              | (P)                               |
|   |                |              |                   |                |                       | $r=n - 1/2 c$           | $q=a/r$              | $p=1-q$              | $h=a/(r-1/2(a))$ | $P=P \times p$                    |
| 1 | 31-65          | 10           | 136               | 0              | 4                     | 134                     | 0                    | 1                    | 0                | 1.000                             |
| 2 | 66-100         | 11           | 132               | 0              | 0                     | 132                     | 0.0000               | 1.000                | 0.000            | 1.000                             |
| 3 | 101-135        | 22           | 132               | 1              | 1                     | 131.5                   | 0.0076               | 0.992                | 0.008            | 1.000                             |
| 4 | 136-170        | 13           | 130               | 1              | 0                     | 130                     | 0.0077               | 0.992                | 0.008            | 0.992                             |
| 5 | 171-205        | 30           | 129               | 0              | 0                     | 129                     | 0.0000               | 1.000                | 0.000            | 0.985                             |
| 6 | 206-240        | 12           | 129               | 0              | 0                     | 129                     | 0.0000               | 1.000                | 0                | 0.985                             |
| 7 | 241-275        | 38           | 113               | 1              | 15                    | 105.5                   | 0.009                | 0.991                | 0.010            | 0.985                             |
|   | total preñadas | 136          |                   | 3              | 20                    |                         |                      |                      |                  |                                   |

Tasa promedio de aborto para el mes de Enero de 2012= 1-P

0.015

1.52%



FEBRERO

**Cuadro .** Estimación de la tasa mensual de abortos en bovinos del Sur Oriente del Estado de México. (Continuación)

|   | Intervalo (DG) | No. Preñadas | Total de preñadas | No. De abortos | No. Vacas descartadas | No. A riesgo de abortar | Proporción abortando | Proporción no aborta | Riesgo de aborto | Proporción acumulada no abortando |
|---|----------------|--------------|-------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|------------------|-----------------------------------|
|   | (i)            | (n)          | (n)               | (a)            | (c)                   | (r)                     | (q)                  | (p)                  | (h)              | (P)                               |
|   |                |              |                   |                |                       | $r=n - 1/2 c$           | $q=a/r$              | $p=1-q$              | $h=a/(r-1/2(a))$ | $P=P \times p$                    |
| 1   | 31-65          | 15           | 136               | 0              | 0                     | 136                     | 0                    | 1                    | 0                | 1.000                             |
| 2   | 66-100         | 11           | 132               | 0              | 0                     | 132                     | 0.0000               | 1.000                | 0.000            | 1.000                             |
| 3   | 101-135        | 22           | 132               | 1              | 0                     | 132                     | 0.0076               | 0.992                | 0.008            | 1.000                             |
| 4   | 136-170        | 20           | 130               | 0              | 0                     | 130                     | 0.0000               | 1.000                | 0.000            | 0.992                             |
| 5   | 171-205        | 16           | 129               | 0              | 0                     | 129                     | 0.0000               | 1.000                | 0.000            | 0.992                             |
| 6   | 206-240        | 27           | 129               | 0              | 0                     | 129                     | 0.0000               | 1.000                | 0                | 0.992                             |
| 7   | 241-275        | 25           | 113               | 0              | 14                    | 106                     | 0.000                | 1.000                | 0.000            | 0.992                             |
|   | total preñadas | 136          |                   | 1              | 14                    |                         |                      |                      |                  |                                   |
| Tasa promedio de aborto para el mes de Febrero de 2012= 1-P |                |              |                   |                |                       | 0.008                   |                      | 0.76%                |                  |                                   |

MARZO

|   | Intervalo (DG) | No. Preñadas | Total de preñadas | No. De abortos | No. Vacas descartadas | No. A riesgo de abortar | Proporción abortando | Proporción no aborta | Riesgo de aborto | Proporción acumulada no abortando |
|---|----------------|--------------|-------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|------------------|-----------------------------------|
|   | (i)            | (n)          | (n)               | (a)            | (c)                   | (r)                     | (q)                  | (p)                  | (h)              | (P)                               |
|   |                |              |                   |                |                       | $r=n - 1/2 c$           | $q=a/r$              | $p=1-q$              | $h=a/(r-1/2(a))$ | $P=P \times p$                    |
| 1 | 31-65          | 28           | 136               | 1              | 0                     | 136                     | 0.007352941          | 0.992647059          | 0.007380074      | 1.000                             |
| 2 | 66-100         | 17           | 132               | 0              | 0                     | 132                     | 0.0000               | 1.000                | 0.000            | 0.993                             |
| 3 | 101-135        | 12           | 132               | 1              | 0                     | 132                     | 0.0076               | 0.992                | 0.008            | 0.993                             |
| 4 | 136-170        | 23           | 130               | 0              | 0                     | 130                     | 0.0000               | 1.000                | 0.000            | 0.985                             |
| 5 | 171-205        | 16           | 129               | 0              | 0                     | 129                     | 0.0000               | 1.000                | 0.000            | 0.985                             |
| 6 | 206-240        | 18           | 129               | 0              | 0                     | 129                     | 0.0000               | 1.000                | 0                | 0.985                             |
| 7 | 241-275        | 33           | 113               | 0              | 8                     | 109                     | 0.000                | 1.000                | 0.000            | 0.985                             |
|   | total preñadas | 147          |                   | 2              | 8                     |                         |                      |                      |                  |                                   |

Tasa promedio de aborto para el mes de Marzo de 2012= 1-P

0.015

1.49%

**Cuadro . Estimación de la tasa mensual de abortos en bovinos del Sur Oriente del Estado de México. (Continuación)**

ABRIL

|   | Intervalo (DG)  | No. Preñadas | Total de preñadas | No. De abortos | No. Vacas descartadas | No. A riesgo de abortar | Proporción abortando | Proporción no aborta | Riesgo de aborto | Proporción acumulada no abortando |
|---|---|--------------|-------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|------------------|-----------------------------------|
|   | (i)   | (n)          | (n)               | (a)            | (c)                   | (r)                     | (q)                  | (p)                  | (h)              | (P)                               |
|   |   |              |                   |                |                       | $r=n - 1/2 c$           | $q=a/r$              | $p=1-q$              | $h=a/(r-1/2(a))$ | $P=P \times p$                    |
| 1 | 31-65   | 15           | 136               | 0              | 0                     | 136                     | 0                    | 1                    | 0                | 1.000                             |
| 2 | 66-100  | 28           | 132               | 0              | 0                     | 132                     | 0.0000               | 1.000                | 0.000            | 1.000                             |
| 3 | 101-135   | 18           | 132               | 0              | 0                     | 132                     | 0.0000               | 1.000                | 0.000            | 1.000                             |
| 4 | 136-170   | 9            | 130               | 0              | 0                     | 130                     | 0.0000               | 1.000                | 0.000            | 1.000                             |
| 5 | 171-205   | 23           | 129               | 1              | 0                     | 129                     | 0.0078               | 0.992                | 0.008            | 1.000                             |
| 6 | 206-240   | 17           | 129               | 0              | 0                     | 129                     | 0.0000               | 1.000                | 0                | 0.992                             |
| 7 | 241-275   | 39           | 113               | 0              | 15                    | 105.5                   | 0.000                | 1.000                | 0.000            | 0.992                             |
|   | total preñadas  | 149          |                   | 1              | 15                    |                         |                      |                      |                  |                                   |
|   |   |              |                   |                |                       |                         |                      | %                    |                  |                                   |
|   | Tasa promedio de aborto para el mes de Abril de 2012= 1-P |              |                   |                | 0.008                 |                         |                      | 0.78                 |                  |                                   |

MAYO

|   | Intervalo (DG)   | No. Preñadas | Total de preñadas | No. De abortos | No. Vacas descartadas | No. A riesgo de abortar | Proporción abortando | Proporción no aborta | Riesgo de aborto | Proporción acumulada no abortando |
|---|--|--------------|-------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|------------------|-----------------------------------|
|   | (i)  | (n)          | (n)               | (a)            | (c)                   | (r)                     | (q)                  | (p)                  | (h)              | (P)                               |
|   |  |              |                   |                |                       | $r=n - 1/2 c$           | $q=a/r$              | $p=1-q$              | $h=a/(r-1/2(a))$ | $P=P \times p$                    |
| 1 | 31-65  | 16           | 136               | 1              | 0                     | 136                     | 0.007352941          | 0.992647059          | 0.007380074      | 1.000                             |
| 2 | 66-100   | 19           | 132               | 3              | 0                     | 132                     | 0.0227               | 0.977                | 0.023            | 0.993                             |
| 3 | 101-135  | 25           | 132               | 1              | 0                     | 132                     | 0.0076               | 0.992                | 0.008            | 0.970                             |
| 4 | 136-170  | 18           | 130               | 0              | 0                     | 130                     | 0.0000               | 1.000                | 0.000            | 0.963                             |
| 5 | 171-205  | 10           | 129               | 0              | 0                     | 129                     | 0.0000               | 1.000                | 0.000            | 0.963                             |
| 6 | 206-240  | 23           | 129               | 0              | 2                     | 128                     | 0.0000               | 1.000                | 0                | 0.963                             |
| 7 | 241-275  | 26           | 113               | 0              | 9                     | 108.5                   | 0.000                | 1.000                | 0.000            | 0.963                             |
|   | total preñadas   | 137          |                   | 5              | 11                    |                         |                      |                      |                  |                                   |
|   | Tasa promedio de aborto para el mes de Mayo de 2012= 1-P |              |                   |                | 0.037                 |                         |                      | 3.73                 |                  |                                   |

## 9. DISCUSIÓN GENERAL

De las 29 unidades de producción de leche utilizados para el análisis del costo del aborto, el resultado entregado por la encuesta aplicada a los productores indica que en el 93,1% de los hatos se detectan abortos, declarando una frecuencia del 4.4%. Esta cifra es menor a la encontrada en este estudio, calculada mediante la metodología de tablas de vida o de supervivencia en 24.7%, esto podría explicarse debido a que los productores sólo registran como abortos a los que observaron y no los inferidos a través de los registros, con lo cual es subestimada la cantidad de abortos realmente ocurridos en un predio (Gädicke y Monti, 2008). Forar *et al.*, (1995) encontraron en su estudio, realizado en Estados Unidos, que los abortos observados son aproximadamente el 20% del total de las pérdidas fetales; por su parte Kirk (2006), describe que la mayoría de las lecherías experimentan un índice de aborto observable del 2 al 5% anual. Estimaciones de la frecuencia de pérdidas fetales en el ganado lechero incluyendo abortos observados y no observados, después del diagnóstico de preñez varían de 3,6% (Paisley *et al.*, 1978) a 10,6% (Thurmond *et al.*, 1990; Forar *et al.*, 1995), de 3% a 4% (Miller, 1986), un 4,5% al 7% (Markusfeld, 1997) menos del 10% según Fetrow *et al.* (1990) y 3,5% a 13,4% (Thurmond y Picanso, 1990). Cabe destacar que en los estudios se utilizaron diferentes medidas de frecuencia y diferentes métodos de cálculo. La definición de pérdida fetal o aborto era incompatible entre los estudios y a menudo no estaba claramente definido.

En este estudio, la mayoría de los propietarios respondieron no conocer las pruebas de elección para diagnosticar el aborto. Es importante destacar que más del cincuenta por ciento de los casos de aborto son de etiología desconocida y sólo el 30 a 50% de los abortos reportados tienen un diagnóstico definitivo y de ellos el 90% son debido a agentes infecciosos (Wolfgang, 2003a,b; Kirk 2006), lo cual explicaría sólo una parte de los agentes causales del síndrome de aborto bovino. En este estudio, la causa más frecuentemente informada de aborto observado, por los productores, y diagnosticada durante el año de estudio fue la

Neosporosis con 51.7%, lo que concuerda con Easton (2006), que dice que los abortos por esta enfermedad pueden ir del 10% e incluso superar el 50% de la tasa de abortos en un hato; también muy similar a la tasa de abortos ocasionados por *N. caninum* en California y en Holanda donde se informan tasas entre 20% al 30% (Peter, 2000). La segunda causa fue Diarrea Viral Bovina (DVB) con un 46.6% y por último Brucelosis con el 0%, porcentaje que es bajo ya que el 96,5% (26) de las unidades de producción no vacuna contra esta enfermedad. Si bien se estima que la tasa de aborto por Brucelosis puede llegar a 80% de abortos en vacas no vacunadas e infectadas en el primer trimestre de gestación, en México se ha desarrollado la Campaña Nacional contra la Brucelosis bovina desde 1995 y a partir del año 1996 se intensificaron las acciones con el propósito de erradicarla. Además se puso en marcha una estrategia de vigilancia epidemiológica, saneamiento de los hatos y control de difusión de la enfermedad mediante medidas preventivas y de control (NOM-041-ZOO-1995).

Por otro lado, en este estudio se observó que las vacas con mayor porcentaje de aborto, son las de primera lactancia (64.3%) y las de menor riesgo de aborto son las vacas con 4 o más lactancias. Este alto porcentaje de aborto en vaquillas se podría explicar por los resultados de la encuesta, donde se informó que ellas generalmente son criadas separadas del contacto con animales mayores y/o vacas en producción, con lo cual desarrollarían baja inmunidad o no se expondrían a algunos de los agentes infecciosos señalados en el párrafo anterior, por lo que se mantendrían como animales susceptibles cuando se introducen por primera vez al rebaño lechero. Los resultados de este estudio se contradicen con lo expuesto por Markusfeld (1997), quien sostiene que para agentes abortígenos existiría evidencia de que el riesgo de aborto en las vaquillas es menor que el de las vacas de segundo parto y que el riesgo de aborto también es mayor en vacas de más de 5 años. Otros estudios describen tasas más altas de aborto (13,3%), en vacas con más de 8 años de edad (Thurmond *et al.*, 1990) o después de la quinta gestación (Peter, 2000). Además el riesgo de abortar es mayor en vacas que ya han tenido antecedente de aborto (Peter, 2000). Sin embargo, otros autores no

encontraron una asociación significativa de la edad de la vaca o del número de lactancias con la presentación de abortos (Grön *et al.*, 1990, López-Gatius *et al.*, 2002).

La frecuencia de abortos observados descrita por Forar *et al.* (2005), varían entre 0,4 al 5,5%, con una mediana del 1,9%, lo que discrepa por mucho con el valor encontrado en este estudio (24.7%). En estudios que incluyen ambos tipos de abortos (observados y inferidos), las frecuencias de aborto van de 3,6 a 10,6%, con una mediana del 6,9%, cifra que es inferior a la estimada en este estudio (24.7%), esta discrepancia puede deberse a diferencias geográficas, población en estudio, definiciones de caso y diferencias en los procedimientos entre los estudios.

La producción de leche por lactancia fue mayor para vacas que abortan con respecto a las vacas que no presentan aborto, diferencia que se puede explicar por una prolongación del período de lactancia en los animales que abortaron. Keefe y VanLeeuwen (2000), compararon la producción de leche de vacas positivas a *N. caninum* con la de vacas seronegativas en 3 categorías de la lactancia y las vacas seropositivas produjeron más leche que vacas seronegativas en las 3 categorías. Sin embargo, estos resultados y los del presente estudio no concuerdan con lo expuesto por Weersink *et al.* (2002), donde la producción de leche en vacas con aborto puede disminuir hasta un 30% por lactancia en vacas seropositivas a DVB, que no han sido inmunizadas. Kirk (2006), indica que lapsos interpartos sobre 14 meses producirán una pérdida del 10% de la producción láctea. Aunque, Erb *et al.*, (1981), reportaron que la producción de leche no presenta gran variación en relación a problemas reproductivos en general.

Las estimación del costo promedio del aborto bovino por vaca/año en el presente estudio no pudo estimarse; sin embargo, tan solo la pérdida de producción de leche y la venta de la misma se calculó en \$7 875. Este valor es menor al encontrado por Thurmond *et al.*, (1990), que indican una pérdida anual de 640 dólares por aborto. Más recientemente Kirk (2006), señaló que los abortos tardíos (después de los 200 días de gestación) tienen un costo estimado entre

USD\$ 500 a USD\$ 900 por caso, lo que frecuentemente resulta en una eliminación temprana de la vaca, lo que significa una pérdida adicional de más de USD\$ 1.000. El costo de la pérdida de preñez también ha sido estimado en 600 a 800 dólares (Eicker y Fetrow 2003). Pfeiffer *et al.*, (1997) estimaron el costo de un aborto causado por la infección de *Neospora caninum* en Nueva Zelanda NZ\$975 (624 dólares). Peter (2000), documentó un costo de 600 a 1.000 dólares por aborto a medio término.

El costo del aborto en México en el sistema intensivo de producción, fue estimado en vacas de primer parto en \$10,684.20 y de \$12,549.60 cuando el aborto afectaba a vacas de más de dos partos (Córdova *et al.*, 2003). En Canadá, las pérdidas anuales causadas sólo por *Neospora caninum* son alrededor de 8.9 millones de dólares (Pfeiffer *et al.*, 1997). En los Países Bajos las pérdidas por esta enfermedad alcanzan los 19 millones de dólares. En Suiza se estima en USD\$ 9.7 millones. En Inglaterra se considera que se producen 6.000 (12,5% del total de abortos ocurridos en el país) abortos anuales debido *N. caninum*, asignándole un valor de 800 dólares por cada aborto, se pierden aproximadamente 4.8 millones de dólares (Peter, 2000). Hatos lecheros de California y Australia pierden anualmente a causa de esta enfermedad 35 y 85 millones de dólares, respectivamente. Se reportan antecedentes para lecherías en California en la década de los 80, donde se estimó las pérdidas asociadas al aborto en alrededor de USD\$  $70,4 \times 10^6$  anuales (Anónimo 1986, citado por Thurmond y Picanso, 1990). El costo del aborto en México es menor que en el resto de los países y esta gran diferencia es debida a: la cantidad de vacas lecheras, la frecuencia del aborto y el costo de insumos y productos.

Este es el primer estudio que aborda la problemática de las pérdidas económicas producidas por el síndrome aborto bovino en el sistema de producción en pequeña escala o producción de traspatio. Este estudio sentó las bases para futuros estudios y podría constituir una importante herramienta para el productor lechero, ya que contaría con una estimación del costo por aborto la que incluiría las pérdidas fetales que no fueron observadas. De esta manera aquel productor

que lleve buenos registros reproductivos, productivos y de gestión de su predio podría estimar sus propios resultados y podrá evaluar sus estrategias de control del problema. Además se propone avanzar en la realización de nuevos estudios que determinen el costo-beneficio de prevenir estas enfermedades, para evaluar su resultado como control del Síndrome de Aborto Bovino.

## 10. CONCLUSIÓN GENERAL

- El porcentaje de abortos es subestimado al tomar sólo los abortos observados, al incluir los abortos inferidos por medio de registro, la tasa de aborto es 5 veces más alta.
- El Síndrome de Aborto Bovino alarga el intervalo entre partos, aumenta el porcentaje de reposición y disminuye la eficiencia productiva de las vacas, causando pérdidas productivas y económicas de importancia, las que son equivalentes a 1750 litros/vaca/año en la muestra estudiada.
- El Síndrome de Aborto Bovino causa pérdidas económicas al productor, las que se estiman en \$ 7 875 solamente por la leche que se deja de producir y vender.



## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adler B., de la Peña M, A.(2010) *Leptospira* and leptospirosis, Australian Research Council Centre of Excellence in Structural and Functional Microbial, Genomics Monash University, Clayton, Australia, *Veterinary Microbiology*, pp. 287-296
- Adler B., Lo M, Seemann T., Murray G.L. (2011). Pathogenesis of leptospirosis: the influence of genomics. *Australian Research Council Centre of Excellence in Structural and Functional Microbial, Genomics*. Monash University, Clayton, Australia.
- Aguilar D, M. (2008). Seroepidemiología de la Neosporosis bovina en los municipios de Ignacio de la Llave, Manlio Fabio Altamirano, Medellín y Tlalixcoyac. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana. Veracruz, Ver., México. 41p.
- Alonso-Andicoberry C., García-Peña F.J. y Ortega-Mora L.M. (2001). Epidemiología, diagnóstico y control de la leptospirosis bovina, *Invest. Agr.: Producción y Sanidad Animal*; Vol. 16.
- Álvarez M, A. (2009). Elementos para evaluar la competitividad: El caso del sistema de lácteos en México. En: *Producción sustentable calidad y leche orgánica*. Coordinadores: Luis Arturo García Hernández y Luis Brunett Pérez. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco y Universidad Autónoma del Estado de México. Centro Universitario Amecameca.
- Alves D, B McEwen, M Hazlett, G Maxie, N Anderson. 1996. Trends in bovine abortions submitted to the Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 1993-1995. *Can Vet J* 37, 287-288
- Amaya A, M. (2009). Prevalencia de Leptospirosis canina en la ciudad de Catacamas Olancho, utilizando la técnica de Micro-Aglutinacion, Trabajo de Graduación, Universidad Nacional Agraria Facultad de Ciencia Animal, Departamento de Veterinaria.
- Anderson M. (2000). Fetal infection and abortion in cattle. *Proceedings XXI World Buiatric Congress*, Punta del Este, Uruguay.

- Anderson, M. (2003). *Neospora* Infection in Dairy Cattle. Minnesota Dairy Health Conference College of Veterinary Medicine, University of Minnesota, [http://www.cvm.umn.edu/dairy/prod/groups/cvm/@pub/@cvm/documents/asset/cvm\\_22268.pdf](http://www.cvm.umn.edu/dairy/prod/groups/cvm/@pub/@cvm/documents/asset/cvm_22268.pdf)
- Ávila G, J., Bailón A, Cruz G, E. (2008). Enfermedades Abortivas. Memorias del XXXII Congreso Nacional de Buiatría. México.
- Bamber R.L., Shook G.E., Wiltbank M.C., Santos J, E.P., Fricke P.M. (2009). Genetic parameters for anovulation and pregnancy loss in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 92:5739-5753
- Barr B., Anderson M. (1993). Infectious diseases causing bovine abortion and fetal loss. *Veterinarian Clinical North America Food Animal Practice* 9, 343-368.
- Betancur H. C., González T. M., Reza G, L. (2006) Seroepidemiología de la rinotraqueítis infecciosa bovina en el municipio de Montería, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*. Córdoba 11 (2): 830-836, 2006.
- Bigras-Poulin M, A Meek, S Martin. 1990. Interrelationships among health problems and milk production from consecutive lactations in selected Ontario Holstein cows. *Prev Vet Med* 8, 15-24.
- Bracho C. A., Jaramillo A. CJ., Martínez M. JJ., Montañó H. JA., Olgún y B. A (2006) Comparación de tres pruebas diagnósticas para el aborto por rinotraqueítis infecciosa bovina en hatos lecheros. Tesis de maestría del primer autor, F.M.V.Z. – U.N.A.M, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo, Hidalgo, México.
- Carvalho A,V., Mol, J.P., Xavier M,N., Paixão T,A., Lage A,P., Santos R,L.(2010) Pathogenesis of bovine brucellosis. *Veterinary Journal*. May. 184 (2):146-55.
- Castro H.A., González S.R, Prat M.I. (2005) Brucelosis una revisión práctica. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana* 39 (2): 203-16
- Céspedes ZM. (2005) Leptospirosis: Enfermedad zoonótica y reemergente. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, vol. 22, Núm. 004; pp. 290-307.

- Chase, Ch.C.L. (2013). The impact of BVDV infection on adaptive immunity. *Biologicals*. Volume 41, January, Pages 52–60
- CONAFOR. (2012). Guía práctica sobre cambio climático y bosques. Comisión Nacional Forestal. Disponible en <http://www.conafor.gob.mx> (consultado 23 de Mayo de 2013).
- Córdova-Izquierdo, A., Córdova-Jiménez, C.A., Córdova-Jiménez, M.S., Saltijeral-Oaxaca, J.A., Ruíz-Lang, C.G., Xolalpa-Campos, V.M., Cortés-Suárez, S y Guerra-Liera, J.E. (2007). Seroprevalencia de enfermedades causantes de aborto bovino en el trópico húmedo mexicano. *Revista Veterinaria*. 18:2 139-142
- Córdova L.D., Hernández A.L., Urrutia V.R.M., Moles C LP., García V Z., (2003) Enfermedades que provocan abortos en bovinos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Centro; Campo Experimental Bajío, Celaya, Gto. México. Diciembre 2003.
- Córdova L, D., Rosado R, M., García V, Z., Guzmán R, CC., Zacarías M, ML., López M, J., Mojarro J, F., Zermeño P, A. (2002). Enfermedades causantes de aborto bovino en Guanajuato. Neosporosis. Memorias XXVI Congreso Nacional de Buiatría. Enfermedades infecciosas. Acapulco, Guerrero.
- Córdova G .J.A. y Galicia A. J.C. (2008). Prevalencia de brucelosis en ganado bovino del municipio de Amecameca, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario Amecameca.
- Daniel, W. (2005). Bioestadística. 4° Edición, Editorial Limusa, Madrid, España.
- De Vries, A. (2006). Economic value of pregnancy in dairy cattle. *Journal Dairy Science*. 89:3876-3885
- Dooho I., Martin W., Stryhn H. (2004). *Veterinary Epidemiologic Research*. Charlottetown: AVC Inc. 2004; 183-184.
- Dubey J. (1999). Neosporosis in cattle: biology and economic impact. *Journal American Veterinary Medicine Association* 214, 1160-1163.

- Dubey, J.P. (2003). Review of *Neospora caninum* and neosporosis in animals. *The Korean Journal of Parasitology*. Vol. 41, No. 1. pp. 1-16.
- Easton M.C. (2006). Estudio patológico de las principales causas infecciosas en el aborto bovino en Uruguay. Tesis de Magíster, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de la República, Uruguay.
- Eicker S y Fetrow J. (2003) New tools for deciding when to replace use dairy cows. Pages 33-46. In Proc. Kentucky Dairy Conf., Cave City, KY. Univ Kentucky, Lexington.
- Ellis W. (2001) Leptospirosis, Vacunas y Vacunación en bovinos, UAM-Xochimilco División de Ciencias Biológicas y de la Salud Departamento de Producción Agrícola y Animal, INIFAP Produce, Folleto Técnico No. 3
- Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México.  
<http://e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM15mexico/municipios/15103a.html>  
<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM15mexico/municipios/15009a.html>  
<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM15mexico/municipios/15017a.html>
- Erb H., Martin, S., Ison, N., Swaminathan S. (1981a). Interrelationships between production and reproductive diseases in Holstein cows. Conditional relationships between production and disease. *Journal of Dairy Science* 64, 272-281.
- Erb H., Martin, S., Ison, N., Swaminathan S. (1981b). Interrelationships between production and reproductive diseases in Holstein cows. Path analysis. *Journal of Dairy Science* 64, 282-289.
- Erb H., Smith, R., Oltenacu, P., Guard, C., Hillman, R., Powers, P., Smith, M., White, M. (1985). Path model of reproductive disorders and performance, milk fever, mastitis, milk yield and culling in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 68, 3337-3349
- Espinoza O, A., Álvarez M, A., Del Valle M, C y Chauvete M. (2005). La Economía de los Sistemas Campesinos de Producción de Leche en el Estado de México. *Técnica Pecuaria México* 43 (1):39-56
- Espinoza-Ortega A., Espinosa-Ayala E., Bastida-López J., Castañeda-Martínez T and Arriaga-Jordán C.M. (2007) Small-scale dairy farming in the highlands of central

- Mexico: Technical, economic and social aspects and their impact in poverty. *Experimental Agriculture* 43:241-256
- Espinosa O, VE., Rivera H, G., García H, LA (2008) Los canales y márgenes de comercialización de la leche cruda producida en sistema familiar (estudio de caso)\* *Veterinaria México*. V 39 n.1 México ene/mar. 2008
- Fabiela C, L., Hernández B, J., Fausto R, E. (2012). Parámetros productivos y reproductivos en 15 unidades productoras de leche en la cuenca lechera de Tizayuca, Hidalgo. XXXVI Congreso Nacional de Buiatría.
- FAO (2001). El Estado Mundial de la agricultura y la alimentación. “Efectos económicos de las enfermedades y plagas transfronterizas.  
<http://www.fao.org/docrep/003/X9800s/x9800s16.htm>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)(2002). Informe de la comisión de desarrollo ganadero para América Latina y el Caribe. 27ª. Conferencia Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. La Habana, Cuba, 22-26 Abril 2002.
- FAO (2005). La globalización del sector ganadero: repercusiones de la evolución de los mercados, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma.
- Fetrow J.D., McClary D., Harman R., Butcher K., Weaver L., Studer E., Ehrlich J., Etherington W., Guterbock W., Klinborg D., Reneau J., Williamson N. (1990) Calculating selected reproductive indices: recommendations of the American Association of Bovine Practitioners. *Journal of Dairy Science*. 73, 78-90
- Forar A.L., Gay J.M., Hancock D.D. (1995). The frequency of endemic fetal loss in dairy cattle: a review. *Theriogenology*. Apr 15; 43(6):989-1000.
- Fulton, R.W., Hessman, B.E., Ridpath, J.F., Johnson, B.J., Burge, L.J., Kapil, S., Braziel, B., Kautz, K., Reck, A. (2009). Multiple diagnostic tests to identify cattle with *Bovine viral diarrhoea virus* and duration of positive test results in persistently infected cattle. *The Canadian Journal of Veterinary Research* 2009; 73:117–124

- Gädicke P y Monti, G (2008). Aspectos epidemiológicos y de análisis del síndrome de aborto bovino. *Archivos de Medicina Veterinaria*. Vol. 40 No.3. pp. 223-234.
- García H, L.A. (2009) Escenario mundial de la lechería sustentable y la inserción de la producción orgánica. En: Producción sustentable calidad y leche orgánica. Coordinadores: Luis Arturo García Hernández y Luis Brunett Pérez. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco y Universidad Autónoma del Estado de México. Centro Universitario Amecameca.
- García-Ispuerto I., López-Gatius, F., Bech-Sabat, G., Santolaria, P., Yaniz, J., Nogareda, C., De Rensis, F., López-Béjar, M. (2007). Climate factors affecting conception rate of high producing dairy cows in northeastern Spain. *Theriogenology* 67, 1379-1385.
- Gasque G, R. (2008). Neosporosis. Enciclopedia bovina. UNAM. Primera edición
- Godoy O, E. (2008). Prevalencia de la Diarrea Viral Bovina en los sistemas ganaderos de Ignacio de la Llave, Manlio Fabio Altamirano, Medellín y Tlalixcoyan de la zona centro del Estado de Veracruz, México. Tesis de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana., Veracruz, México. 39 pg.
- Gröhn Y., Erb, H., McCulloch, Ch., Saloniemi H. (1990). Epidemiology of reproductive disorders in dairy cattle: associations among host characteristics, disease and production. *Preventive Veterinary Medicine* 8, 25-39. pp. 187-188
- Gutiérrez G, J. J., Cruz V, C., Medina E, L., Valdivia F, A., Islas O, E., García V, Z. (2007). Factores de manejo asociados con la seroprevalencia a la infección por *Neospora caninum*, en ganado lechero de Aguascalientes, México. *Veterinaria México*., vol. 38 No.3. pp. 261-270
- Hansen P. (1997). Effects of environment on bovine reproduction. In: Youngquist R (ed). *Current Therapy In Large Animal Theriogenology*. WB Saunders Company, University of Missouri, Missouri, USA, Pp 403-415.
- Hassan L., Mohamed, H., McDonough, O., González, R. (2000). A Cross-Sectional study on the prevalence of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* in New York Dairy herds. *Journal of Dairy Science* 83, 2441-2447.

- Houe, H., Lindberg, A., Moennig, V. (2006) Test strategies in bovine viral diarrhoea virus control and eradication campaigns in Europe. *Journal Veterinary Diagnostic Investigation* 18:427–436 (2006)
- Hovingh E. (2002a). Abortion in dairy cattle I. Common Causes of Abortions. Virginia Cooperative Extension Publication 404, 288. Regional College of Veterinary Medicine, Virginia Tech, USA.
- Hovingh E. (2002b) Abortion in dairy cattle II. Diagnosing and Preventing abortion problems. Virginia Cooperative Extension Publication 404, 289. Regional College of Veterinary Medicine, Virginia Tech, USA.
- ICTV (2012). International Committee on Taxonomy of Viruses.  
[http://ictvonline.org/virusTaxonomy.asp?msl\\_id=27](http://ictvonline.org/virusTaxonomy.asp?msl_id=27)
- INEGI (2007). Instituto Nacional de Geografía y Estadística. Censo Nacional Agropecuario. Disponible en <http://www.inegi.org.mx> (consultado 23 de Febrero de 2013).
- Je-In L., Ill-Hwa, K. (2007). Pregnancy loss in dairy cows: the contributing factors, the effects on reproductive performance and the economic impact. *Journal of Veterinary Science*. 8(3), 283–288
- Jones, R.L. (2002). Estudios evolutivos y moleculares en el género Pestivirus. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo.
- Jönsson, E. (2013). Seroprevalence and risk factors for bovine brucellosis, salmonellosis and bovine viral diarrhoea in urban and peri-urban areas of Kampala, Uganda. Sveriges lantbruksuniversitet. Fakulteten för veterinary medicin och husdjursvetenskap. Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap. Volumen 25.
- Kampa, J., Ståhla, K., Moreno-López, J., Chanlun, A., Aiumlamai, S., and S. Alenius, S. (2004). BVDV and BHV-1 Infections in Dairy Herds in Northern and Northeastern Thailand. *Acta Veterinaria Escandinavia*. 2004, 45, 181-192.

- Keefe G, and VanLeeuwen J. (2000). *Neospora caninum*: influence on 305-day milk production in eastern Canadian herds. *The American Association of Bovine Practitioners Proceedings* 33, 150.
- Kirk J. (2006). Infectious Abortions in Dairy cows, UC Davis Veterinary Medicine Extension (Disponibile en: <http://www.vetmed.ucdavis.edu/vetext/INF-DA/Abortion.html>. Consultado el 17 marzo 2013).
- Kirkbride C, A. (1992) Etiologic agents detected in a 10-year study of bovine abortions and stillbirths. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 4, 175-180.
- Lértora, W.J. (2003). Diarrea viral bovina: actualización. *Revista Veterinaria*. 14:1
- Lo M., Bulach D, M., Powell D.K., Haake D.A., Matsunaga J., Paustian M.L., Zuenner R.L., Adler B. (2006). Effect of Temperature on Gene Expression Patterns in *Leptospira interrogans* Serovar Lai as Assessed by Whole-Genome Microarrays, *Infect Immune*, Department Of Microbiology, Monash University, Australia, pp. 5848-5859.
- López-Gatius F., Santolaria, J., Yaniz, J., Rullant, J., López-Béjar, M. (2002). Factors affecting pregnancy loss from gestation day 38 to 90 in lactating dairy cows from a single herd. *Theriogenology* 57, 1251-1261.
- Luna A. M.A., Moles C.P., Gavaldón R. D., Nava V. C. y Salazar G.F (2005). Estudio retrospectivo de seroprevalencia de leptospirosis bovina en México considerando las regiones ecológicas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, *Revista Cubana de Medicina Tropical.*, pp. 28-31
- Machado O, A., García A, M., Silveira P, E. A. (2010). Determinación de los factores de riesgo y adecuación de medidas de recuperación en un foco de diarrea viral bovina. *REDVET Revista electrónica de Veterinaria*, Vol. 11, Núm. 3, marzo-sin mes, 2010, pp.
- Magaña U, A., Solorio R, J.L., Segura C, J.C. (2005) Rinotraqueítis infecciosa bovina en hatos lecheros de la región Cotzio-Téjaro Michoacán, México. *Técnica Pecuaria en México*, enero-abril, año/vol. 43, numero 001. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México pp. 27-37.



- Markusfeld O. (1997). Epidemiology of Bovine Abortions in Israeli Dairy Herds. *Preventive Veterinary Medicine* 31, 245-255.
- Martínez L, H.E. (2008). Seroprevalencia de la Neosporosis bovina en los Municipios de Agua Dulce, Ixhuatlán del Sureste, Cosoleacaque y Acayucan ubicados en la zona sur del Estado de Veracruz, México. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana. Veracruz, México. 54p.
- Meléndez S, R.M., Valdivia F, A.G., Rangel M, E.J., Díaz A, E., Segura C, J.C., Guerrero B, A.L. (2010) Factores de riesgo asociados a la presencia de aborto y desempeño reproductivo en ganado lechero de Aguascalientes México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2010;1(4):391-401.
- McAllister M., Dubey D., Lindsay D., Jolley W., Wills R., McGuirre. (1998) Dogs are definitive host *Neospora caninum*. *International Journal of Parasitology* 28,1473-1478
- Medina E, L., Cruz V, C., Quezada T, T. (2004). Frecuencia de *Neospora caninum* diagnosticada mediante PCR en establos lecheros de Aguascalientes. Memorias XXVIII Congreso Nacional de Buiatría. Enfermedades parasitarias. Morelia, Michoacán.
- Meléndez S, R.M., Valdivia F, A.G., Rangel M, E.J., Díaz A E., Segura-Correa J.C., Guerrero B, A. L. (2010) Factores de riesgo asociados a la presencia de aborto y desempeño reproductivo en ganado lechero de Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2010; 1(4):391-401
- Miller R. (1986). Bovine Abortion. In: Morrow D (ed). *Current Therapy In Theriogenology*. WB Saunders Company, Michigan State University, Michigan, USA.
- Moles C, L.P., Gavaldón R, D., Torres B.J., Cisneros P.M.A., et al. (2002a). Seroprevalencia simultánea de Leptospirosis y tres enfermedades de importancia reproductiva en bovinos del altiplano central de la república mexicana. *Revista Salud Animal*. Vol.24 No.2 (2002). 106-110.
- Moles C, L.P., Cisneros P. MA., Gavaldón R, D., Rojas S N y Torres B, J.I. (2002b) Estudio serológico de leptospirosis bovina en México. *Revista Cubana de Medicina Tropical*. 2002; 54(1):24-27

- Montiel-Peña, T., Romero-Salas, D., García-Vázquez, Z., Medina-Esparza, L., Cruz-Vázquez, C. (2011). Bovine neosporosis in cattle farms from the northern region of the state of Veracruz, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13: 469-479
- Morales S, E., Ramírez L, J., Trigo T, F., Ibarra V, F., Puente C, E., Santa Cruz, M. (1997). Descripción de un caso de aborto bovino asociado a infección por *Neospora* sp en México. *Veterinaria México*. Vol.28 No.4. pp. 353-357.
- Morales, E., Trigo, F.J., Ibarra, F., Puente, E., Santacruz, M. (2001). Seroprevalence study of bovine neosporosis in Mexico. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 13:413-415
- Morales S, E. (2005). Patogénesis de la Neosporosis bovina. Memorias del primer simposio Mexicano de Neosporosis. UNAM. México, Distrito federal. 6 Octubre., 2005. pp. 31-35
- Moore D., Overton, W., Chebel, R., Truscott, M., BonDurant, D. (2005). Evaluation of the factors that affect embrionic loss in dairy cattle. *Journal American Veterinary Medicine Association* 226, 1112-1118.
- Moore, D.P., Ordeón, A.C., Campero, C.M. (2001) Neosporosis bovina: una actualización. *Veterinaria Argentina*. Vol.18. N° 180. pp. 752-775.
- Muñoz R.M., Montañó, M.F., Rentarías, T.B., Sánchez, E., Moreno, J.F., Pérez, A., Saucedo, S. (2007). Assessment of the economic impact of a Brucellosis Control Program in a dairy herd using the partial budget method. *Journal of Animal Veterinary Advance*. 6: 146-151.
- NOM-041-ZOO-1995. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Norma Oficial Mexicana NOM-041-ZOO-1995, Campaña Nacional contra la Brucelosis en los Animales. Diario Oficial. México, DF. 20 de agosto de 1996:43-66.
- NOM-022-SSA2-1994. Norma Oficial Mexicana. Para la prevención y control de la brucelosis en el hombre.

- OIE. (2003). Clasificación OIE de las enfermedades. En: OIE. Disponible: <http://www.oie.int/esp/maladies/esclasification.htm>.
- Ortiz O. (2004). Causas más comunes de aborto en México. X Curso Internacional de Reproducción Bovina, México, DF. pp 77-81.
- Paisley L.G., Mickelsen, W.D., Frost O.L. (1978). A survey of the incidence of prenatal mortality in cattle following pregnancy diagnosis by rectal palpation. *Theriogenology* 9: 481- 491.
- Pedrerá, M., Sánchez-Cordón, P.J., Risalde, M. A., Molina, M., Bautista, M. J., Romero-Palomo, F. y Gómez-Villamandos, J.C. (2011) Actualización sobre Diarrea Viral Bovina. <http://virusberriosteche garay.blogspot.mx/2011/06/actualizacion-sobre-diarrea-viral.html>
- Peña, L.F. (2011). Estudio serológico de Diarrea Viral Bovina en la microrregión del Valle del Cesar. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. 309-312.
- Peter A.T. (2000) Abortion in dairy cows: New insights and economic impact. Proc Western Canadian Dairy Seminar, Red deer, Alberta, Canada. *Advance Dairy Technology*. 12:233-244
- Pica-Ciamarra U y Otte, J. (2008). La ganadería como vía para la superación de la pobreza en América Latina: una perspectiva de las políticas actuales. En: Castelán-Ortega, O.A., Bernués-Jal, A., Ruiz-Santos, R. y Mould, F.L. (Editores). Oportunidades y Retos para los sistemas campesinos de rumiantes en Latinoamérica: Manejo de recursos, seguridad alimentaria, calidad y acceso a mercados. 497–502. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- Piedrahita D., Ramírez G., Vera V. (2005). Detección y caracterización por métodos moleculares de aislamientos colombianos de herpesvirus bovino tipo 1. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 2005. 52: 120-127.
- Pfeiffer J.C., Williamson N.B. y Thornton R.N. (1997) A simple spreadsheet simulation model of the economic effects of *Neospora caninum* abortions in dairy cattle in

New Zeland. Proc. 8<sup>th</sup> Int Symp Vet. Epidem. Econ. (ISVEE), Paris, France, July 8-11, 1997. *Epidemiology Santé Animal*. 31-32:10.12.1-10.12.3.

Pomeón T y Cervantes-Escoto F (2012) El sector lechero y quesero en México en las últimas décadas. En: La leche y los quesos artesanales en México. Coordinadores: Fernando Cervantes Escoto y Abraham Villegas de Gante. Universidad Autónoma Chapingo. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Miguel Ángel Porrúa, librero-editor.

Quiroz R, H. (2005). Historia de la Neosporosis con énfasis en ganado bovino y perros. Memorias Primer simposio Mexicano de Neosporosis. Universidad Nacional Autónoma de México. México, Distrito Federal. 6 Octubre, 2005. pp. 5-18

Reimers T., Smith R., Newman S. (1985). Management factors affecting reproductive performance of dairy cows in the northeastern United States. *Journal of Dairy Science* 68, 963-972.

Retana R. Á. (2007) Situación actual del diagnóstico del complejo respiratorio y abortivo en bovinos en México. México: UNAM.

[http://www.conasamexico.org.mx/conasa/docs\\_17a\\_reunion/comite01/Angel\\_Retana\\_Reyes.pdf](http://www.conasamexico.org.mx/conasa/docs_17a_reunion/comite01/Angel_Retana_Reyes.pdf)

Risco C, G Donovan, J Hernández. (1999). Clinical mastitis associated with abortion in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 82, 1684-1689.

Rivera G, H. (2001) Causas frecuentes de aborto bovino. *Revista Ind Veterinaria Perú* 2001; 12(2):117-122

Rodostist M.O. Henderson J, *et al.*, (2001) Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. 9<sup>a</sup>. Ed. Ed McGraw-Hill Interamericana. pp 1024-1037.

Rondón, I. (2006). Diarrea Viral Bovina: Patogénesis e Inmunopatología. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*. Córdoba 11 (1): 694-704

Rothman K (2002). *Epidemiology, an introduction*. Oxford University Press, New York, USA.

- Rubio Y, L García, O Pizano, A Nava, G Cantó, F Milián. (2012<sup>a</sup>). Prevalencia y distribución de las parasitosis de los bovinos en México: Trabajos publicados entre 2005 y 2011. *Memorias del XXXVI Congreso Nacional de Buiatría*, Mérida, Yucatán, México. pp. 368-374
- Rubio Y, L García, O Pizano, A Nava, G Cantó, F Milián. 2012b. Prevalencia y distribución de las enfermedades bacterianas de los bovinos en México: Trabajos publicados entre 2005 y 2011. *Memorias del XXXVI Congreso Nacional de Buiatría*, Mérida, Yucatán, México. pp. 375-382
- SAGARPA-CGG (2005). Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México. En: J.L. Gallardo Nieto (coord.). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Coordinación General de Ganadería, México.
- Salinas M, JA., Mora G, JJ., Zarate R, JJ., Riojas V, VM., Dávalos A, G., Ramírez R, R., Galán A, LC., Ávalos R, R. (2005). Frecuencia de anticuerpos contra *Neospora caninum* en ganado bovino del Noreste de México. *Veterinaria México*. Julio-Septiembre. Vol. 36 No. 003 pp. 303-311
- Saltijeral O, J.A. y Córdova I, A. (2002). Perspectivas de la producción animal sustentable en México. In: Memoria del I Simposio Internacional Producción Animal Sustentable. Acapulco, Gro., México. Pp. 143 – 169.
- Samartino. L.E. (2006a) Conceptos Generales sobre Brucelosis Bovina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Castelar, Buenos Aires, Argentina 1 Congreso Ganadero, CORFOGA, San José, Costa Rica, Agosto 2006.
- Samartino. L. (2006b) Brucellosis in Argentina and others South American Countries. Proc. Animal Brucellosis International Symposium. National Veterinary Research & Quarantine Service. Seul, Sep. 26. Korea. 80-82 pp.
- Sadow K. y Ramírez W. (2005) Leptospirosis, REDVET *Revista de Veterinaria*, Vol. VI, Num. 6, pp. 1-61.
- Sanz A., Bruñes A., Villalba D. (2004). Influence of management and nutrition on postpartum interval in Brown Swiss and Pirenaica cows. *Livestock Production Science* 86, 179-191.

Sarrazin, S.; Veldhuis, A.; Méroc, E.; Vangeel, I.; Laureyns, J.; Dewulf, J.; Caij, A.B.; Piepers, S.; Hooyberghs, J.; Ribbens, S. and Stede, Y.V.D. (2013). Serological and virological BVDV prevalence and risk factor analysis for herds to be BVDV seropositive in Belgian cattle herds. *Preventive Veterinary Medicine*. Volume 108, Pages 28-37.

SENASICA (2012). Brucelosis. Situación actual. Disponible en:

<http://www.senasica.gob.mx/?id=4415> (consultado el 30 de Marzo de 2013).

SIAP (2012). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Coordinación General de Ganadería con datos del SIAP; para el año 2012 es un pronóstico.

SIAP (2013). Boletín de Leche. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. enero-marzo, México, disponible [http://www.siap.gob.mx/opt/estadistica/Derivada/BoletinLeche/LecheMar\\_2013.pdf](http://www.siap.gob.mx/opt/estadistica/Derivada/BoletinLeche/LecheMar_2013.pdf) (consultado el 15 de Abril de 2013).

Sosa C. JA (2009) Prevalencia de la leptospirosis bovina en 23 explotaciones ganaderas en Honduras, Zamorano, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, Honduras.

Stevenson J. (1997). Clinical reproductive physiology of the cow. In: Youngquist R (ed). *Current Therapy In Large Animal Theriogenology*. WB Saunders Company, University of Missouri, Missouri, USA.

Sturman H., Oltenacu, E., Foote R. (2000). Importance of inseminating only cows in estrus. *Theriogenology* 53, 1657-1667.

Torres B, J.I (2001) Situación de la leptospirosis porcina y bovina en el estado de Yucatán, CENID-Microbiología, INIFAP SAGAR.

<http://www.conasamexico.org.mx/mesa9Situaci%C3%B3n%20de%20la%20leptospiriosis.pdf>

- Thurmond M,C., Picanso J,P., Jameson C,M (1990). Considerations for use of descriptive epidemiology to investigate fetal loss in dairy cows. *Journal American Veterinary Medicine Association*. 197:1305-1312
- Thurmond M.C y Picanso J.P. (1990). A surveillance system for bovine abortion. *Preventive Veterinary Medicine*. 9:41–53.
- Thurmond MC, Branscum AJ, Jhonson WO, Bedrick EJ, Hanson TE. (2005) Predicting the probability of abortion in dairy cows: a hierarchical Bayesian logistic-survival model using sequential pregnancy data. *Preventive Veterinary Medicine* 68: 223-239
- Valenzuela, P. (2005) Neosporosis en bovinos y caninos. Monografías electrónicas de Patología Veterinaria. Vol. 2, No.1, pp. 17-33.
- Van Balen J., Hoet A., D`Pool G., Gil M., Escalona F., Díaz D. (2009) Análisis retrospectivo de las pruebas diagnósticas de Leptospirosis bovina procesadas en la unidad de investigación y diagnóstico de Leptospirosis de la Universidad de Zulia, Vol. XIX, Núm. 6; pp. 598-606.
- Vargas, D.S., Jaime, J. y Vera, V.J. (2009). Perspectivas para el control del Virus dela Diarrea Viral Bovina (BVDV). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 22:677-688
- Villamar A,L., Olivera CE. (2005) Situación actual y perspectivas de la producción de leche en México 2005. Coordinación General de Ganadería SAGARPA, México 2005, pág 4.
- Weersink A., VanLeeuwen J., Chi A, J y Keefe G.P. (2002). Direct production losses and treatment costs due to four dairy cattle diseases. Proc. Western Canadian Dairy Seminar, Red Deer, Alberta, Canada. *Advance Dairy Technology*. 14:55–75.
- Wolfgang D. (2003a). Investigating abortions in cattle: part III Interpretation of results associated with bacteria, *Dairy & Animal Science Dairy Digest*, DAS 66, Penn State College of Agricultural Sciences, USA.
- Wolfgang D. (2003b). Investigating abortions in cattle: part IV Interpretation of results associated with viruses, *Dairy & Animal Science Dairy Digest*, DAS 68, Penn State College of Agricultural Sciences, USA

Xolalpa, C.V.M.; Pérez, R.M.; Córdova, I.A. (2010) Evaluación de las pérdidas económicas por eventos de falla reproductiva asociada a Brucelosis Bovina en hembras y explotaciones de la Cuenca Lechera de Tizayuca Hidalgo, México. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XX, N° 2, 190 – 195.*

Zambrano-Varón J., Thurmond, M.C. (2009). Aproximación epidemiológica para medir y entender el aborto bovino. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 2009. 56:309-326



## 12. ANEXOS

### ANEXO 1

Inmunoanálisis enzimático Anti-*Neospora caninum* HerdCheck IDEXX®

#### **Descripción y Principios de la prueba**

HerdCheck Antineospora es un inmunoanálisis enzimático diseñado para detectar la presencia de anticuerpos contra *Neospora caninum* en suero bovino. Se ha creado un formato de microtitulación en el que la placa de 96 pozos se recubren con antígenos de *Neospora*. Al incubar la muestra de prueba en el pozo recubierto, el anticuerpo contra *Neospora* forma un complejo con los antígenos recubiertos. Después de lavar los pozos para eliminar el material no ligado, se añade un conjugado antibovino-peroxidasa de rábano, que se une a los anticuerpos bovinos ligados a los pozos. En el paso final del ensayo se elimina el conjugado no ligado con un lavado y se añade a los pozos un sustrato de enzima (peróxido de hidrógeno) y cromógeno tetramidilbencidina 3,3',5,5'. El color que aparece es proporcional a la cantidad de anticuerpos presentes en la muestra.

#### **Preparación de las muestras**

Diluir las muestras de cada suero a razón de 1:100 con el diluyente para muestra (p. ej., 5 µl del suero problema con 495 µl de diluyente para muestra).

Nota: Los controles contenidos en el Kit no deben diluirse.

Es importante cambiar las puntas de las micropipetas entre cada muestra y registrar la posición de cada muestra en la placa.

#### **Preparación de la solución de lavado**

El concentrado de lavado deberá alcanzar la temperatura ambiente y agitarse para asegurar la disolución de las sales que se hayan precipitado. El concentrado para lavado debe diluirse 1:10 con agua destilada desionizada antes de usarlo.

## **Procedimiento de la prueba**

Todos los reactivos deberán alcanzar la temperatura ambiente antes de usarse. Los reactivos deben agitarse suavemente con movimiento circular o en un vórtex.

1. Obtener la placa (o placas) recubierta de antígeno y registrar la posición de cada muestra en la hoja de trabajo.
2. Verter 100 µl del control negativo sin diluir en los pozos A1 y A2.
3. Verter 100 µl del control positivo sin diluir en los pozos A3 y A4.
4. Verter 100 µl del suero problema en los pozos apropiados. Todas las muestras deben analizarse por duplicado.
5. Incubar durante 30 minutos a temperatura ambiente.
6. Aspirar el líquido de todos los pozos y desecharlo en un recipiente para desechos apropiado.
7. Lavar cada pozo 4 veces con aproximadamente 300 µl de solución de lavado (previamente diluida con Solución Buffer de Fosfatos). Aspirar el líquido de los pozos después de cada lavado. Evitar que las placas se sequen entre cada lavado y antes de agregar el conjugado. Después de la aspiración de lavado final, golpee la placa suave pero firmemente para eliminar el líquido residual a toallas de papel absorbente.
8. Verter 100 µl de conjugado anti-bovino (HRPO) en cada pozo.
9. Incubar durante 30 minutos a temperatura ambiente.
10. Repetir los pasos 6 y 7.
11. Verter 100 µl de solución de sustrato (TMB) en cada pozo de la placa.
12. Incubar durante 15 minutos a temperatura ambiente.
13. Verter 100 µl de solución de interrupción en cada pozo de la placa para detener la reacción.
14. Hacer el blanco con el espectrofotómetro con aire.
15. Medir y registrar la absorbancia a (620 nm, 630 nm y 650 nm)
16. Calcular los resultados.

## **Interpretación de la prueba.**

Para que el ensayo sea válido, la diferencia (P-N) entre el promedio del control positivo y el promedio del control negativo tiene que ser mayor o igual que 0.150. Además, el promedio del control negativo debe ser menor o igual que 0.20.

La presencia o ausencia de anticuerpos contra *Neospora* se determina al calcular el cociente de la muestra con respecto al control positivo (S/P) para cada muestra.

- a) Las muestras de suero con cocientes S/P menores de 0.50 se clasifican como NEGATIVAS hacia los anticuerpos contra *Neospora*.
- b) Si el cociente S/P es mayor o igual que 0.50, las muestras se clasifican como POSITIVAS hacia los anticuerpos contra *Neospora*.

## ANEXO 2

### Ensayo inmunoenzimático HerdCheck IBR-gB IDEXX®

#### **Descripción y Principios de la prueba**

La prueba del kit comercial HerdCheck IBR-gB es un ensayo inmunoenzimático para detectar la presencia de anticuerpos frente al IBR/IPV en suero o leche de bovinos. Esta técnica inmunoenzimática ELISA detecta también las respuestas de anticuerpos inducidas por vacunas, las cuales contienen la glicoproteína B (gB) de HVB-1. La prueba es un ELISA de bloqueo con placas de microtitulación tapizadas con antígenos virales de IBR. Después de la incubación de las muestras a analizar en los pocillos tapizados de antígenos, el anticuerpo específico de IBR forma un complejo con los antígenos virales inmovilizados. Después de eliminar mediante lavado los materiales no unidos, se añade el conjugado de anticuerpos monoclonales específico gB, que no se unirá al antígeno HVB-1 cuando el determinante antigénico haya sido bloqueado anteriormente por anticuerpos de la muestra a analizar. Después se lava la placa para eliminar el conjugado no unido, y se añade una solución de sustrato/cromógeno. En presencia de la enzima, el sustrato se convierte en un producto que reacciona con el cromógeno, generando una coloración azul. Con la adición de la solución de frenado se genera un color amarillo. La absorbancia se mide en el espectrofotómetro a una longitud de onda única de 450 nanómetros (nm). El porcentaje de bloqueo de las muestras se calcula usando la absorbancia obtenida con la muestra analizada y un suero negativo que contiene anticuerpos no específicos (suero de control negativo).

#### **Preparación de la solución de lavado**

El concentrado de lavado deberá alcanzar la temperatura ambiente y agitarse para asegurar la disolución de las sales que se hayan precipitado. El concentrado para lavado debe diluirse 1:10 con agua destilada desionizada antes de usarlo.

## **Procedimiento de la prueba**

Todos los reactivos deberán alcanzar la temperatura ambiente antes de usarse. Los reactivos deben agitarse suavemente con movimiento circular o en un vórtex.

1. Obtener la placa (o placas) recubierta de antígeno y registrar la posición de cada muestra en la hoja de trabajo.
2. Añadir 50 µl de solución de lavado en cada pocillo.
3. Verter 50 µl del control negativo en el pocillo apropiado.
4. Verter 50 µl del control positivo en el pocillo apropiado.
5. Verter 50 µl del suero problema en los pozos apropiados. Todas las muestras deben analizarse por duplicado.
6. Mezclar el contenido de las placas usando un agitador de placas.
7. Incubar durante 2 horas a 37°C, las placas deben sellarse firmemente para evitar evaporaciones, o incubarse en una cámara húmeda.
8. Aspirar el líquido de todos los pozos y desecharlo en un recipiente para desechos apropiado.
9. Lavar cada pozo 5 veces con aproximadamente 300 µl de solución de lavado (previamente diluida con Solución Buffer de Fosfatos). Aspirar el líquido de los pozos después de cada lavado. Evitar que las placas se sequen entre cada lavado y antes de agregar el conjugado. Después de la aspiración de lavado final, golpee la placa suave pero firmemente para eliminar el líquido residual a toallas de papel absorbente.
10. Verter 100 µl de conjugado (HRPO) de anticuerpo monoclonal específico gB en cada pozo.
11. Incubar durante 1 hora a temperatura ambiente (18-25°C).
12. Repetir los pasos 8 y 9.
13. Verter 100 µl de solución de substrato (TMB) en cada pozo de la placa.
14. Incubar durante 10 minutos a temperatura ambiente (18-25°C) en la oscuridad.

## **Interpretación de la prueba.**

---

Para que el ensayo se considerara como válido, la media del control negativo ( $\bar{x}$ CN) tuvo que ser mayor o igual a 0.500 de densidad óptica (DO). Además la media del control positivo ( $\bar{x}$ CP) tuvo que tener un porcentaje de bloqueo superior al 80%. La presencia o ausencia de anticuerpos de IBR-gB la determinó el porcentaje de bloqueo de cada muestra.

Las muestras de suero con un porcentaje inferior al 45% se clasificaron como negativas para anticuerpos a IBR.

Las muestras de suero con un porcentaje de bloqueo superior o igual al 45%, pero inferior al 55%, se consideraron sospechosas y debieron analizarse de nuevo.

Las muestras con un porcentaje de bloqueo del 55% y valores superiores se consideraron positivas en anticuerpos de IBR.

## **ANEXO 3**

HerdCheck BVDV Ab es un ensayo inmunoenzimático de IDEXX para la detección de anticuerpos frente al Virus de la Diarrea Viral Bovina en suero, plasma y leche.

### **Descripción y principios de la prueba**

El kit de HerdChek BVDV Ab es un ensayo inmunoenzimático indirecto diseñado para detectar anticuerpos específicos de BVDV en muestras de suero, plasma y leche. El ensayo consiste en una técnica de ELISA indirecta donde se utilizan placas de microtitulación tapizadas con antígenos de BVDV. Los anticuerpos frente a BVDV presentes en la muestra se unen al antígeno de la placa. El material no ligado se elimina mediante un lavado. El complejo antígeno-anticuerpo se detecta mediante un conjugado con peroxidasa de rábano, el resto de Conjugado se elimina mediante el lavado de la placa y se añade una solución de sustrato/cromógeno. En presencia de la enzima, el sustrato se convierte en un producto que reacciona con el cromógeno generando una coloración azul. Al añadir la solución de frenado, se genera un color amarillo. La absorbancia se mide en el espectrofotómetro a una longitud de onda única de 450 nm [A(450)] o una longitud de onda dual de 450 y 650 nm (A(450/650)]. El cociente M/P de las muestras se calcula usando la absorbancia de la muestra y un control positivo, corregidas con la absorbancia del control negativo. El desarrollo de color indica la presencia de anticuerpos frente a BVDV en la muestra (resultado positivo).

### **Preparación de los reactivos**

#### **Solución de lavado**

La solución de lavado concentrada (10x) debe alcanzar la temperatura ambiente y debe agitarse para asegurar la dilución de posibles precipitados. La solución de lavado concentrada debe diluirse 1 a 10 con agua destilada/desionizada antes de su uso. Preparándose en condiciones estériles, la solución de lavado puede almacenarse entre 2°C y 8°C.

## **Muestras**

Pueden analizarse muestras frescas o congeladas de suero, plasma o leche. Las muestras de leche entera deben centrifugarse durante 15 minutos a 2000 x g o deben mantenerse toda la noche a una temperatura de 2°C a 8°C. No es preciso un pretratamiento para la leche descremada.

## **Protocolo de ensayo**

Todos los reactivos deben alcanzar la temperatura ambiente, de 18°C a 25°C antes de usarse. Los reactivos deben mezclarse mediante un agitado o utilizando el vortex. Usar una punta de pipeta diferente para cada muestra.

## **Muestras de suero**

1. Tomar las placas tapizadas y marcar la posición de las muestras en una hoja de trabajo.
2. Añadir 100 µl del diluyente de la muestra a cada pocillo. Una pipeta multicanal (8 o 12 canales) puede emplearse en este paso.
3. Añadir 25 µl de control negativo en los pocillos apropiados.
4. Añadir 25 µl de control positivo en los pocillos apropiados.
5. Añadir 25 µl de las muestras en los pocillos restantes. Usar una pipeta diferente para cada muestra.
6. Mezclar el contenido de los pocillos golpeando levemente la placa o use un agitador de placas de microtitulación.
7. Incubar a temperatura ambiente durante 90 minutos (18°C-25°C) o toda la noche (12-18 horas) a 2°C-(°C (en un refrigerador). Las placas deben ser firmemente selladas para evitar evaporaciones o incubadas en una cámara húmeda.
8. Aspirar los contenidos líquidos de los recipientes en un reservorio adecuado.
9. Lavar cada pocillo con aproximadamente 300 µl de solución de lavado 5 veces. Aspirar los contenidos líquidos de todos los pocillos después de cada lavado. Después de la aspiración final, eliminar el fluido de lavado



residual de cada placa golpeándola firmemente sobre material absorbente. Evitar que las placas se sequen entre los lavados y antes de añadir el reactivo siguiente.

10. Agregar 100 µl de conjugado en cada pocillo.
11. Incubar durante 30 minutos a temperatura ambiente (18°C-25°C).
12. Repetir los pasos 8 y 9.
13. Agregar 100 µl de la solución de substrato TMB a cada pocillo.
14. Incubar 10 minutos a temperatura ambiente (18°C-25°C) en obscuridad. Comenzar a cronometrar después de llenar el primer pocillo.
15. Agregar 100 µl de la solución de frenado en cada pocillo para detener la reacción. Añadir la solución de frenado en el mismo orden en que la solución de substrato fue añadida en el paso 13
16. Realizar la lectura en un espectrofotómetro usando una longitud de onda de 450 nm o usando una dual de 450 nm y 650 nm.
17. Calcular los resultados.

### **Interpretación de la prueba**

Las muestras con valores de M/P menores de 0.20 son consideradas como negativas para anticuerpos BVDV.

Las muestras con valores de M/P mayores de 0.20 pero menores de 0.30 son consideradas como dudosas. El animal debe volverse a analizar en pocas semanas. Las muestras cuyos valores de M/P son mayores o iguales a 0.30 son consideradas positivas.

## ANEXO 4

Detección de anticuerpos frente a *Brucella abortus* CHEKIT Brucellose-Serum

### Descripción y principio de la prueba

Las placas de microtitulación se suministran tapizadas con un antígeno inactivado. Las diluciones de las muestras que van a ser procesadas se incuban en los pocillos de dichas placas. Cualquier anticuerpo específico frente a *Brucella abortus* se une al antígeno que tapiza los pocillos y forma un complejo antígeno-anticuerpo en la superficie del pocillo. El material que no ha quedado unido se elimina de los pocillos mediante lavado. A continuación se añade un conjugado formado por una IgG anti-rumiante unida a la enzima peroxidasa, el cual es susceptible de unirse a los anticuerpos que forman el complejo con el antígeno de *B. abortus*. El conjugado no unido se elimina mediante lavado, y un substrato TMB es añadido a los pocillos. El grado de color desarrollado (densidad óptica a medida 450 nm) es directamente proporcional a la cantidad de anticuerpo específico frente a *B. abortus* presente en la muestra. La relevancia diagnóstica del proceso se obtiene comparando la densidad óptica de los pocillos con muestra, con la densidad óptica de los pocillos que contienen el control positivo.

### Preparación de la solución de lavado

La solución de lavado 10x concentrada debe dejarse que adquiera la temperatura ambiente y agitarse para asegurar la solución de posibles sales precipitadas. Esta solución deberá diluirse 1/10 con agua destilada desionizada antes de emplearla. Preparándose en condiciones estériles.

### Protocolo del ensayo

1. Dispensar 90 µl de solución de lavado en cada pocillo de microtitulación
2. Dispensar 10 µl de sueros, así como de los controles, en los pocillos apropiados de la placa. Dilución final 1:10
3. Homogenizar el contenido de los pocillos mediante una breve y suave agitación de la placa

4. Cubrir la placa de microtitulación con una cubierta e incubar 60 minutos ( $\pm 5$  minutos) a  $37^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) en cámara húmeda
5. Lavar cada pocillo con aproximadamente 300  $\mu\text{l}$  de solución de lavado tres veces. Aspirar los contenidos de todos los pocillos después de cada lavado. Después de la aspiración final, eliminar todo el fluido de lavado residual de cada placa golpeándola sobre material absorbente. Evitar que las placas se sequen entre los lavados y antes de añadir el siguiente reactivo
6. Dispensar 100  $\mu\text{l}$  del conjugado CHEKIT-Brucellose-anti rumiante-Ig-PO en cada pocillo
7. Cubrir la placa de microtitulación con una cubierta e incubar durante 60 minutos ( $\pm 5$  minutos) a  $37^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) en cámara húmeda
8. Repetir el paso 5
9. Dispensar 100  $\mu\text{l}$  de Substrato CHEKIT-TMB en cada pocillo
10. Incubar el substrato a temperatura ambiente ( $18-25^{\circ}\text{C}$ ) durante 15 minutos
11. La reacción puede pararse dispensando 100  $\mu\text{l}$  por pocillo de solución de frenado.
12. Leer los resultados con un espectrofotómetro a una longitud de onda de 450 nm

Para la validación de la placa la densidad óptica del control positivo no debería ser superior a 2.000 y la densidad óptica del negativo no deberá exceder de 0.500. La diferencia de la densidad óptica entre los controles positivo y negativo debe ser  $\geq 0.300$ .

Nota: Las placas deben ser leídas dentro de un periodo máximo de 2 horas tras la adición de la solución de frenado.

### **Interpretación de la prueba.**

Para la validación de la placa la densidad óptica del control positivo no deberá ser superior a 2.000 y la densidad óptica del negativo no deberá exceder de 0.500. La diferencia de la densidad óptica entre los controles positivo y

negativo debe ser  $\geq 0.300$ . Las placas deben ser leídas dentro de un periodo máximo de 2 horas tras la adición de la solución de frenado.

Debe obtenerse el valor medio de la densidad óptica de las muestras duplicadas. La densidad óptica del control positivo ( $OD_{pos}$ ) así como la densidad óptica de las muestras ( $OD_{muestra}$ ) deben corregirse restando el valor de la densidad óptica del control negativo ( $OD_{neg}$ ).

Control positivo:

$$OD_{pos} - OD_{neg}$$

Muestra:

$$OD_{muestra} - OD_{neg}$$

El valor de cada muestra debe calcularse con relación al control negativo y positivo con la siguiente fórmula:

$$\text{Valor de la muestra (\%)} = \frac{OD_{muestra} - OD_{neg}}{OD_{pos} - OD_{neg}} \times 100$$

Interpretación de la muestra individual

Valor: < 80% es NEGATIVO y  $\geq 80\%$  POSITIVO

## ANEXO 5

### Prueba de Tarjeta (Rosa de Bengala) y Prueba de Rivanol.

#### Realización de la prueba

La prueba de tarjeta se realizará:

- Con muestras de suero sanguíneo no hemolizado.
- Con antígeno autorizado por la Secretaría, que reúna las siguientes características:
  - a) Elaborado con la cepa 1119-3 de *Brucella abortus*.
  - b) Teñido con rosa de bengala en ácido láctico.
  - c) pH de 3.65 ( $\pm$  0.05).
  - d) Concentración celular del 8% para bovinos y del 3% para caprinos y ovinos.

Los resultados de la prueba de tarjeta arrojarán sólo dos clasificaciones: positivos y negativos, dependiendo de la presencia o ausencia de aglutinación, según sea el caso.

La prueba de rivanol se debe realizar sólo en suero de bovino:

- Con sueros no hemolizados, positivos a la prueba de tarjeta.
- Con antígeno autorizado por la Secretaría y con reactivo de rivanol (lactato de 2 etoxi 6,9 diaminoacridina).
- El antígeno debe ser elaborado con la cepa 1119-3 de *Brucella abortus* y debe reunir las siguientes características:
  - a) Teñido con una mezcla de verde brillante y cristal violeta
  - b) pH 5.8 a 6.2
  - c) Concentración celular 4%

Los resultados se clasificarán en sueros positivos y negativos. Se consideran positivos, todos aquellos sueros de animales no vacunados que presenten reacción de aglutinación completa en cualquiera de las diluciones, desde 1/25 a 1/400. En el caso de ganado vacunado, la aglutinación completa en una dilución mayor o igual a 1/50 será una prueba positiva.

## ANEXO 6

### Prueba de aglutinación microscópica.

#### Descripción de la prueba

La prueba de aglutinación microscópica (MAT por sus siglas en inglés) en la que se emplean antígenos vivos es la prueba serológica más ampliamente utilizada. Constituye la prueba de referencia frente a la que se evalúan todas las otras pruebas serológicas en leptospirosis y se utiliza en las comprobaciones para la importación/exportación de animales. Para obtener una sensibilidad óptima deben emplearse antígenos representativos de todos los serogrupos conocidos que existen en la región en la que se han encontrado los animales y, preferiblemente, cepas que representen a todos los serogrupos conocidos. La presencia de un serogrupo normalmente viene indicada por la reacción frecuente en la selección serológica o en el aislamiento de una serovariedad procedente de animales afectados clínicamente. Se puede mejorar la sensibilidad de la prueba utilizando aislamientos locales en vez de cepas de referencia, pero las cepas de referencia ayudan en la interpretación de los resultados entre los laboratorios. La especificidad de la MAT es buena; normalmente los anticuerpos frente a otras bacterias no dan reacción cruzada con *Leptospira* de manera significativa. Sin embargo, existe reacción cruzada serológica significativa entre las serovarietades de *Leptospira* y es probable que un animal infectado con una serovariedad tenga anticuerpos frente a la serovariedad infectante que dé reacción cruzada con otras serovariedad es (normalmente a un nivel más bajo) en la MAT. Además, los animales que han sido vacunados contra la leptospirosis pueden tener anticuerpos frente a las serovarietades presentes en la vacuna utilizada. Por tanto, es especialmente importante considerar el historial de vacunación de los animales objeto de estudio.

El número de antígenos que se utilizan es determinado, y se puede realizar una selección con una dilución del suero de 1/50 (o una dilución de inicio diferente basada en el objetivo de la prueba). A cada pocillo se añade un volumen de cada

antígeno, igual al volumen del suero diluido, para hacer una dilución final del suero de 1/100 en la prueba de selección. Las placas de micro titulación se incuban a  $29 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 2-4 horas, y se examinan mediante microscopía de campo oscuro. El grado de reacción se interpreta mediante la estimación del porcentaje de leptospiras que se aglutinan. Si se aglutinan el 100% de las leptospiras, la reacción es 4+; 3+ equivale aproximadamente al 75% de aglutinación; 2+ equivale al 50%; y 1+ equivale a menos del 50%. Si se realiza una prueba de selección, cualquier suero que dé una reacción 2+ a una dilución 1/100 se titula a punto final, empleando diluciones al doble del suero empezando en una dilución final de 1/100 hasta 1/12.800 o mayor. El título de punto final es la inversa de la dilución más alta con una reacción 2+ o mayor.

#### **Procedimiento de la prueba.**

1. En tubos de ensayo se realiza una dilución 1:25 en un volumen final de 2.5 ml, es decir, 2.4 ml de solución buffer de fosfatos (PBS) a un pH de 7.2 más 0.1 ml del suero problema.
2. En una microplaca de poliestireno se deja un pocillo vacío en el que se hará la transferencia de 50  $\mu\text{l}$  de la dilución 1:25 realizada en los tubos, a los siguientes tres pocillos se les agregarán 50  $\mu\text{l}$  de PBS.
3. Con una micropipeta se adiciona al segundo pocillo 50  $\mu\text{l}$  de la dilución 1:25 se homogeniza y se transfiere un volumen igual al tercer pocillo, se realiza el mismo procedimiento en el cuarto pocillo y una vez homogenizado se descarta un volumen de 50  $\mu\text{l}$ , quedando los cuatro pocillos con un volumen final de 50  $\mu\text{l}$  y las siguientes diluciones 1:25, 1:50, 1:100 y 1:200
4. Se realizará este mismo procedimiento para una batería de 13 serovares de *Leptospira*, es decir, que cada suero problema será confrontado con 13 serovariedades y en cuatro diferentes diluciones.
5. Se adiciona 50  $\mu\text{l}$  de cultivo puro de cada serovar de *Leptospira* en cada una de las diluciones correspondientes.
6. El control de cada serovar se realiza colocando 50  $\mu\text{l}$  de PBS más 50  $\mu\text{l}$  de cultivo puro de cada serovar de *Leptospira*.

7. Se incuba en cámara húmeda por 1 hora a temperatura ambiente (18-25°C)
8. Se realiza la lectura en un microscopio de campo oscuro, comparando la dilución correspondiente de cada serovar con cada dilución del suero problema.
9. Se considera como 1+ cuando existe un 25% de aglutinación y/o desaparición de células (Leptospiras); 2+ si existe un 50%, 3+ cuando hay un 75% y 4+ cuando hay un 100% de aglutinación y/o desaparición de células. Los títulos corresponderían a 1:25, 1:50, 1:100 y 1:200 respectivamente.
10. Se considera que un suero problema es positivo cuando tiene una reacción de 2+ en la dilución 1:100
11. En los sueros en los que hay una reacción de 2+ o superior en la dilución 1:200, se deben realizar las siguientes diluciones dobles seriadas para encontrar el punto final de la aglutinación y por ende determinar el título de anticuerpos presente.
12. Se considera reportar como positivo aquel suero en el que al menos se presente una reacción de 2+ en la dilución 1:100 de cualquier serovar.



## ANEXO 7

### ENCUESTA PARA UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE EN EL SURORIENTE DEL ESTADO DE MÉXICO.

#### I. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN

|  |   |
|--|---|
|  | No. de encuesta: _____                        |
| Encuestador: _____                           | Fecha: ____/____/2011                         |
| Dirección: _____                             | Municipio: _____ Delegación: _____            |
| Calle                      No. exterior      |   |
| Nombre del Productor: _____                  | Estado Civil: _____                           |
| Nombre(s)      apellido paterno      materno |   |
| Edad: _____ Teléfono: _____                  | Tel. celular: _____ correo electrónico: _____ |

#### II. ACTIVIDADES AGRÍCOLAS (SUPERFICIES Y APROVECHAMIENTOS)

##### 1. Régimen de tenencia de la superficie agrícola útil.

| Hectáreas                    | Temporal (Ha(s)) | Riego (Ha(s)) | Total (Ha(s)) |
|------------------------------|------------------|---------------|---------------|
| Propiedad y Ejido            |                  |               |               |
| Arrendamiento                |                  |               |               |
| Otros (especificar)          |                  |               |               |
| <b>Superficie Total (Ha)</b> |                  |               |               |

##### 2. Distribución de aprovechamientos.

| Cultivos agrícolas  | Temporal (Ha(s)) | Riego (Ha(s)) | Total (Ha(s)) |
|---|------------------|---------------|---------------|
| Maíz  |                  |               |               |
| Avena   |                  |               |               |
| Ebo   |                  |               |               |
| Alfalfa   |                  |               |               |
| Pasto forrajero (Pradera artificial)                      |                  |               |               |
| Frutales  |                  |               |               |
| Otros (especificar)                                       |                  |               |               |
| Área destinada a ensilaje (especificar tipo de forraje)   |                  |               |               |
| Área destinada a henificado (especificar tipo de forraje) |                  |               |               |

¿Con el forraje que produce cubre sus necesidades? Sí ( ) No ( )

¿Que forrajes compra? (año) Pacas: Zacate: \_\_\_\_\_ Avena: \_\_\_\_\_ Paja: \_\_\_\_\_ Ebo: \_\_\_\_\_

Ensilado de maíz (Ton/año): \_\_\_\_\_ Alfalfa verde: \_\_\_\_\_ Milpa: \_\_\_\_\_

**3. Uso de Monte alto y monte comunal para pastoreo.**

|                           |                      |     |
|---------------------------|----------------------|-----|
| Número y tipo de animales | 1) Todo el hato      | No. |
|                           | 2) Vacas y vaquillas | No. |
|                           | 3) Otros             | No. |

Meses en que se utiliza: De \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_ Todo el año: ( )

Tipo de vigilancia (¿Quién los cuida?) \_\_\_\_\_

¿Cuántas horas al día se pastorea? Época de secas \_\_\_\_ hrs. Época de lluvias \_\_\_\_ hrs. Día y noche ( )

**III. ESTRUCTURA FAMILIAR Y MANO DE OBRA**

Antigüedad en la actividad "Producción de leche" (Desde cuando se dedica a esta actividad) \_\_\_\_\_ años.

¿La Producción de leche es su principal actividad? Sí ( ) No ( ) ¿Es su principal ingreso económico? Sí ( ) No ( )

¿Qué otra actividad tiene para obtener ingresos económicos? \_\_\_\_\_

1. Número de personas que viven en la casa: \_\_\_\_\_

Hijos No. ( ) Esposa ( )/ Esposo ( ) Abuelos ( ) ¿Cuántos? \_\_\_\_\_ Otros parientes: \_\_\_\_\_

Si tiene hijos > 18 de años. ¿Piensan continuar con la actividad (Producción de leche)? Si ( ) No ( ) No sabe ( )

2. Años de instrucción de los miembros de la familia que participan en la Unidad de Producción:

| Nombre | Relación familiar | Edad (años) | Género (H)ó (M) | Años de instrucción escolar (6) Prim. (9) Sec. (12) Bachillerato. (15) Carrera Técnica (17) Licenciatura |
|--------|-------------------|-------------|-----------------|--|
|        |                   |             |                 |  |
|        |                   |             |                 |  |
|        |                   |             |                 |  |
|        |                   |             |                 |  |
|        |                   |             |                 |  |
|        |                   |             |                 |  |
|        |                   |             |                 |  |

3. Trabajo en la unidad de producción (agricultura/ganadería)

| Familiar (hijo (a), esposa, etc.) | Tipo de actividad | Dedicación completa (al menos 8 hrs. al día) | Dedicación parcial |           |
|-----------------------------------|-------------------|--|--------------------|-----------|
|                                   |                   |  | Meses/año          | Horas/día |
|                                   |                   |  |                    |           |
|                                   |                   |  |                    |           |
|                                   |                   |  |                    |           |
|                                   |                   |  |                    |           |
|                                   |                   |  |                    |           |

#### 4. Mano de obra contratada

| No. de trabajadores | Tipo de actividad | Salario (jornal, semanal) especificar | Contratación |           |
|---------------------|-------------------|---------------------------------------|--------------|-----------|
|                     |                   |                                       | Meses/año    | Horas/día |
| Eventuales:         |                   |                                       |              |           |
|                     |                   |                                       |              |           |
| Fijos:              |                   |                                       |              |           |
|                     |                   |                                       |              |           |
|                     |                   |                                       |              |           |

#### IV. ACTIVIDADES GANADERAS. ESTRUCTURA DEL HATO

| 1. Ganado bovino  | Número            |             | Compras |             | Ventas |             |
|---|-------------------|-------------|---------|-------------|--------|-------------|
|   | Inventario actual | 1 año antes | No.     | Precio (\$) | No.    | Precio (\$) |
| Vacas (en producción y secas)                               |                   |             |         |             |        |             |
| Vaquillas (mayores de 1 año gestantes)                      |                   |             |         |             |        |             |
| Becerras (hembras menores de un año)                        |                   |             |         |             |        |             |
| Sementales  |                   |             |         |             |        |             |
| Novillos ( machos de 1 a 2 años sin actividad reproductiva) |                   |             |         |             |        |             |
| Toretas (machos de 2 a 3 años sin actividad reproductiva)   |                   |             |         |             |        |             |
| Becerros/becerras   |                   |             |         |             |        |             |

Si ha habido compras: ¿Es habitual? Sí ( ) No ( )

| 2. Razas                | Raza 1 (No. / %) | Raza 2 (No. / %) | Raza 3 (No. / %) |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Vacas                   |                  |                  |                  |
| Semental(es)            |                  |                  |                  |
| Vaquillas de reposición |                  |                  |                  |
| Otros                   |                  |                  |                  |

#### 3. Reposición del hato.

Hembras: 1) Solo propia \_\_\_\_\_ 2) Propia y comprada \_\_\_\_\_ % de lo comprado \_\_\_\_\_

Machos: 1) Solo propios \_\_\_\_\_ 2) Propios y comprados \_\_\_\_\_ 3) Solo comprados \_\_\_\_\_

| 4. Otras especies                        | Hembras (No.) | Reemplazos (No.) | Sementales (No.) |
|--|---------------|------------------|------------------|
| Ovinos                                   |               |                  |                  |
| Caprinos                                 |               |                  |                  |
| Equinos                                  |               |                  |                  |
| Porcinos                                 |               |                  |                  |
| Aves (gallinas, guajolotes, patos, etc.) |               |                  |                  |
| Otras (especificar)                      |               |                  |                  |

## V. MANEJO REPRODUCTIVO Y DE MEDICINA PREVENTIVA

### 1. Sistema de cubrición

1) Monta natural Sí ( ) No ( ) Semental: Propio ( ) Alquilado ( ) Prestado ( )

Empadre continuo: Sí ( ) No ( )

Empadre estacional: ¿En qué periodos? \_\_\_\_\_

2) Inseminación Artificial (I.A.) Sí ( ) No ( ) Origen del semen: Nacional ( ) Importación ( )

3) ¿Realiza diagnóstico de gestación? Sí ( ) No ( ) ¿Cuándo? \_\_\_\_\_

4) Edad de las hembras al primer servicio: \_\_\_\_\_

5) Edad de las hembras al primer parto: \_\_\_\_\_

### 2. Índices reproductivos:

\*Indicar el número de animales muertos entre el número total en el periodo.

Mortalidad de vacas (en el último año): \_\_\_\_\_ Mortalidad en becerros < 1 semana: \_\_\_\_\_

Vacas vacías (sin gestarse) actualmente: \_\_\_\_\_ Mortalidad hasta el destete: \_\_\_\_\_

Abortos (durante el último año): \_\_\_\_\_ Mortalidad post-destete: \_\_\_\_\_

Partos gemelares: \_\_\_\_\_ Total de becerros nacidos: \_\_\_\_\_

Total de becerros vendidos: Hembras \_\_\_\_\_ Machos: \_\_\_\_\_ (durante el último año)

### 3. Medicina preventiva y Bioseguridad.

1) ¿Utiliza alguna vacuna o bacteriana? Sí ( ) No ( ) ¿Cuál? ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

¿Cuándo la aplica? \_\_\_\_\_

2) ¿Desparasita a sus animales? Sí ( ) No ( ) ¿Con qué producto? \_\_\_\_\_

¿Cuándo lo realiza? \_\_\_\_\_

3) ¿Vitamina a los animales? Sí ( ) No ( ) ¿Qué utiliza? \_\_\_\_\_

¿Cada cuando lo realiza? \_\_\_\_\_

4) ¿Compra animales? Con vecinos ( ) De la zona ( ) o vendedores que vienen de otra región ( )

5) ¿Permite la entrada a cualquier persona a la unidad de producción? (rancho o establo) Sí ( ) No ( )

6) ¿Usted visita a otros productores de la región? Sí ( ) No ( ) A veces ( )

7) ¿Cuándo una vaca aborta que hace con el producto y la placenta? Los entierra ( ) Los quema ( )

Deja que se lo coman los perros ( ) Lo tira al estiércol ( ) Otra ( ) \_\_\_\_\_

8) ¿Cuándo una vaca ha abortado y luego no queda gestante que hace? La vende para rastro ( )

La vende a otro productor ( ) La sacrifica y usa la carne ( ) Otra ( ) \_\_\_\_\_

9) Si ha tenido problemas de abortos, ¿Cómo lo controló? No hizo nada ( ) Les hicieron estudios a las vacas ( ) Las vacunaron ( ) Otras medidas (especificar) \_\_\_\_\_

10) Si tiene estudios de laboratorio ¿Los puede mostrar? \_\_\_\_\_

11) ¿Hace uso de fármacos (antibióticos, hormonales, desparasitantes, etc.) Por su cuenta? ¿Cuáles?

### 4. Medidas higiénicas: De las siguientes actividades ¿Cuáles realiza?

El ordeño es manual ( ) o mecánico ( )

a) Lava la ubre de la vaca antes del ordeño Sí ( ) No ( )

b) Utiliza el presellado Sí ( ) No ( )

c) Utiliza el sellado Sí ( ) No ( )

d) Baña a las vacas Sí ( ) No ( )

e) Rasura la ubre de las vacas Sí ( ) No ( )

f) Utiliza camas para que descansen las vacas Sí ( ) No ( )

g) Hace la prueba de California Sí ( ) No ( ) Cada cuando \_\_\_\_\_

h) Han realizado la prueba de Brucelosis Sí ( ) No ( )

## VI. MANEJO DE LA ALIMENTACIÓN.

### 1. Hato productivo (vacas, vaquillas y semental (es)).

¿Lotifica a los animales para diferenciar la alimentación? Sí ( ) No ( )

| Mes | Ene | Feb | Mar | Abril | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|-----|-----|-----|-----|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|-----|-----|-----|-----|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

**Pastoreo:**

|                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Periodo            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pradera artificial |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Monte comunal      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

\*Marcar las horas aproximadas por día durante cada periodo.

**Estabulación:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Tipo de forraje (cantidad)**                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Concentrado*<br>Tipo Comercial<br>Producido en la UP<br>cantidad |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

\*Indicar la cantidad si es diferente de acuerdo al periodo de lactación

\*\* 1) Alfalfa verde 2) Avena verde 3) Maíz picado 4) Ensilado de maíz 5) Rastrojo de maíz G(en greña) P (Paca) M (molido) 6)Avena achicalada 7) Ebo V(verde) P(Paca) Otros: especificar

Mencionar ingredientes para la elaboración del alimento concentrado: \_\_\_\_\_

Suplementación con sales minerales Sí ( ) No ( ) ¿cada cuándo? \_\_\_\_\_

Suplementación con sal común Sí ( ) No ( ) ¿cada cuándo? \_\_\_\_\_

Alguna otra suplementación: ¿Con qué? \_\_\_\_\_