



*UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN*

*“Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en vacas
Holstein Friesian seropositivas a Brucella abortus versus
seronegativas a Brucella abortus en una explotación intensiva.”*

T E S I S

Que para obtener el título de:

MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

Presenta:

PAOLA MICHEL SANABRIA RAMOS

Asesores: M.V.Z. JAVIER HERNÁNDEZ BALDERAS

DR. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ RAZO

AGRADECIMIENTOS

Primero antes que a nadie, le doy Gracias a mi Padre precioso el Señor Jesús por todas sus bendiciones y cuidados que a tenido conmigo.

La mujer que teme a Jehová, ésa será alabada.
Prov. 31:30

Todo tiene su momento oportuno; hay un tiempo para todo lo que se hace bajo el cielo. Ec. 3:1

**Agradezco al Dr. Javier Hernández Balderas por darme su tiempo, apoyo, amistad y confianza en todo momento. Al Dr. Miguel Ángel Pérez Razo por su amistad, colaboración y apoyo en éste trabajo.
Mil GRACIAS.**

Muchos son los planes en el corazón del hombre, pero son los propósitos del Señor los que prevalecen.
Prov. 31:30

**Gracias a los doctores de la Cuenca Lechera de Tizayuca por hacerme sentir una más de su grupo y por la amistad que me brindaron, y en especial al Dr. Leonardo Díaz y al Dr. Juan Rojas, por toda su paciencia, enseñanza, apoyo, amistad y uno que otro jalón de orejas, también al Dr. Rafael Soto Castor por su apoyo y su ayuda cuando la necesité.
Que Dios me los Bendiga a Todos.**

**Gracias a mi Familia por todo el apoyo que me han brindado siempre. A mi Mamá le agradezco el haberme dado la vida, todo su amor y su tiempo. A Miguel gracias por estar con nosotras, apoyarnos en todo momento y brindarnos tu cariño. A mi hermano Abraham gracias por estar conmigo y cuidarme. A mi cachorro Ahiezer por ser un compañero fiel, darme cariño, alegría y estar conmigo en las buenas y en las malas.
¡Los Quiero Mucho!**

No pueden faltar aquellos amigos(as) que estuvieron conmigo durante la carrera y me dieron muchas horas de compañía, alegría, diversión, etc, etc..... Gracias por todo amigos(as) y creo que soy muy afortunada por tenerlos.

“Los amigos son ángeles enviados a la tierra para ayudarnos a encontrar nuestro camino” Ashley Rice

GRACIAS a mi Universidad la UNAM FES-Cuautitlán por haber sido mi casa de estudio durante todo este tiempo y espero regresarle un poco o mucho de lo que me enseñó. A todos mis Profesores por su enseñanza y ser parte de mi formación y a los animalitos que se prestaron para que yo pudiera aprender, Gracias siempre estaré agradecida.

INDICE

| | Pág. |
|----------------------------|-------------|
| RESUMEN | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 2 |
| OBJETIVOS | 20 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 21 |
| RESULTADOS | 23 |
| DISCUSIÓN | 33 |
| CONCLUSIONES | 35 |
| REFERENCIAS | 36 |

RESUMEN

La Brucelosis es una de las enfermedades de mayor prevalencia en todas las áreas de producción lechera intensiva en México. Causante de importantes pérdidas económicas por la disminución de la producción láctea y baja eficiencia reproductiva. Es también un problema de Salud Pública, debido a que es una zoonosis. El objetivo de este trabajo es analizar el efecto de la Brucelosis sobre los parámetros productivos y reproductivos de 311 vacas de dos establos con los mismos sistemas de producción y el mismo manejo, ubicado en las instalaciones del Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca, Hidalgo. Se tomó la información de registros productivos y reproductivos, los resultados obtenidos se analizaron por el procedimiento de Mínimos Cuadrados utilizando el PROC GLM del paquete estadístico SAS (1996) y el modelo de Wood. Se determinó el efecto de la brucelosis, del número de parto y de la edad sobre las fallas reproductivas: aborto, parto prematuro, momias, retención placentaria, reabsorción embrionaria (absorción embrionaria, pérdida del embrión), metritis y piómetra; sobre los parámetros reproductivos y productivos: servicios por concepción, días abiertos, días al pico de producción, producción al pico de lactación y producción total, se determinó el efecto de la brucelosis, del establo y del número de parto. Se encontró efecto significativo de la brucelosis ($P < 0.05$) sobre el aborto (0.549 veces la probabilidad de presentarse), retención placentaria (0.306 veces la probabilidad de presentarse) y parto prematuro (0.192 veces la probabilidad de presentarse); efecto del número de parto ($P < 0.05$) sobre el aborto (0.202 veces la probabilidad de presentarse, vacas 1^{er} parto), metritis (0.263 veces la probabilidad de presentarse, vacas 1^{er} parto), servicios por concepción (3.07 servicios vacas 1^{er} parto, 3.60 servicios vacas 2-3 partos y 2.16 servicios vacas 4-8 partos), días abiertos (129.20 días vacas 1^{er} parto, 195.94 días vacas 2-3 partos y 159.32 días vacas 4-8 partos), días al pico de producción (103 días vacas 1^{er} parto, 74.23 días vacas de 3 o más partos), producción al pico de lactación (34.39 lts vacas de 2 partos y 36.11 lts vacas de 3 o más partos), producción total (5939.31 lts vacas de 2 partos y 6166.76 lts vacas de 3 o más partos); efecto de la edad ($P < 0.05$) sobre el aborto (4.630 veces la probabilidad de presentarse, vacas de 2 años); efecto del establo ($P < 0.05$) sobre los días abiertos (185.18 días establo A y 137.80 días establo B), servicios por concepción (3.51 servicios establo A y 2.38 servicios establo B), días al pico de producción (100.95 días establo A), producción al pico de lactación (31.13 lts establo A), producción total (6373.02 lts establo A). A pesar de que la brucelosis no tiene efecto estadísticamente significativo ($P > 0.05$) sobre los parámetros reproductivos: servicios por concepción (3.17 servicios), días abiertos (177.02 días) y parámetros productivos: días al pico de producción (95.84 días), producción al pico de lactación (30.98 lts), producción total (5583.35 lts), quizá esto hablando en términos económicos tiene un fuerte impacto sobre la economía del ganadero o dueño de la explotación lechera.

INTRODUCCIÓN

La importancia de la ganadería lechera en México data del siglo XIX, donde la ganadería bovina se desarrollaba fundamentalmente en las “Haciendas” como unidades productivas agropecuarias con posesión sobre la tierra, con un grupo de trabajadores fijos, siendo la producción de carne y la leche, el producto principal, destinados para el mercado interno. Entre 1910 y 1928 se importó ganado de las razas Holstein, Jersey, Guernsey, Ayrshire y Pardo Suizo, debido a la necesidad de repoblar los inventarios lecheros, lo que impactó en el crecimiento de la producción lechera. En los años 30's, se introdujeron nuevas técnicas en la crianza del ganado (selección genética y utilización de praderas inducidas, entre otros), la construcción de vías de comunicación y la transformación industrial que se fortaleció en los 40's, y que generó un mercado interno dinámico, establece las condiciones para la consolidación de la ganadería lechera en México.¹⁰

Actualmente, aunque la producción de leche ha presentado tendencias al crecimiento, como efecto de la recuperación del poder adquisitivo de algunos sectores de la población mexicana y ante un incremento en la variedad de lácteos que se disponen en el mercado, sus volúmenes no han sido suficientes, por lo que se ha recurrido a las importaciones para satisfacer las demandas del consumo, siendo México el mayor importador de leche en polvo del mundo, principalmente de Australia, la Unión Europea, EUA y Canadá.^{10, 11, 12} Ésta situación a logrado que algunas explotaciones lecheras alcancen un alto nivel de tecnificación para obtener productos de origen animal en menor tiempo y costo, esto a su vez a provocado la aparición de condiciones patológicas en los animales, por lo que la condición principal para el desarrollo óptimo de la ganadería es una buena salud de los animales y a través del mejoramiento de la reproducción del ganado, ya que para producir leche una vaca necesita parir.^{20, 23, 37}

Con respecto a la salud del ganado, esta es de suma importancia para la producción de leche, la protección de la salud humana contra las zoonosis, los programas de bioseguridad y de higiene de los alimentos, así como también para el comercio nacional e internacional, ya que el ganado bovino lechero y la producción lechera se ha visto influida por un amplio número de factores que son^{13, 15}:

| Factores Fisiológicos. | Factores Ambientales. |
|--------------------------|--|
| - Raza y herencia | - Alimentación |
| - Edad | - Alimentación anterior a la lactación |
| - Etapa de la lactancia | - Duración del período seco |
| - Persistencia | - Frecuencia del ordeño |
| - Estro | - Temperatura del ambiente |
| - Gestación | - Estación del año |
| - Intervalo entre partos | - Enfermedades |
| | - Fármacos |
| | - Cuidado de la vaca |

Dentro de los factores de enfermedad, la Brucelosis es una de las enfermedades de mayor prevalencia en todas las áreas de producción lechera intensiva en México,³¹ causante de considerables pérdidas económicas como son disminución de la producción láctea por causa de abortos, elevados costos de inseminación y alimentación para vacas abortadas, además contribuye a la baja eficiencia reproductiva expresada por días abiertos e intervalo entre partos,³³ la concepción tardía reduciendo el promedio de producción diaria por vaca a lo largo de su vida útil⁴⁴, costos de vacunación y atención médica puede causar importantes pérdidas económicas al propietario del rebaño.

Situación económica y zoonositaria en México.

En México, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) estimó en 1995, pérdidas en la ganadería bovina de leche alrededor de \$22,477,752.⁰⁰ considerando que las vacas con Brucelosis reducen su producción láctea en un 20% - 30%. Se estima que la brucelosis produce durante un ciclo productivo una pérdida de 217 litros promedio por vaca y un índice de infertilidad del 65-70%. Esto arrojó un costo negativo de aproximadamente \$59,9994,008.⁰⁰ poniendo en manifiesto la importancia sanitaria y económica de la enfermedad en México.²⁷ En 1997 la AMMVEB calculó las pérdidas en la industria láctea, por concepto de esta enfermedad en \$2'400,000.00 cada año.²⁶

En algunas regiones como la Comarca Lagunera en el estado de Durango se han hecho estimaciones de las pérdidas ocasionadas por un aborto. Por ejemplo, durante 1998 el Comité Técnico sobre Aborto Bovino, estimó que solo por alimentación, reducción de la producción láctea, medicamentos, semen y la pérdida del reemplazo, el costo de un aborto en vacas de primer parto era de \$10,684.20 y de \$12,549.60 si el aborto afectaba a vacas de más de dos partos.³⁴

Es primordial recordar que la economía de esta especie radica principalmente en el mayor número de partos y producciones lácteas de que ellos se obtienen por lo tanto es necesario que sus partos se sucedan lo más cerca posible uno de otros, y esto sólo se logra acortando los días abiertos, o sea, los días en que la vaca no se encuentra gestante⁹ y entre más pronto quede el animal gestante, se disminuirá tanto el número de días abiertos como el intervalo entre partos.

Según la oficina internacional de epizootias (OIE) en el año 2002 se presentaron 33170 casos en México distribuidos en 3098 focos, tomando como medidas de control el rastreo de los animales enfermos, la vigilancia epidemiológica, la cuarentena en zonas cercanas a la frontera, la vacunación y un programa de lucha contra la enfermedad, que se basa principalmente en la eliminación de los animales enfermos según la norma oficial mexicana NOM-041-ZOO-1995.³⁹ De acuerdo con la SENASICA-SAGARPA, en 2004 se reportaron 56363 casos de brucelosis bovina en el país.³⁴

En cuanto a la distribución por Estados, se ha reportado que solo en Yucatán y Sonora se está logrando una campaña de erradicación de la enfermedad mientras que en el resto del país se encuentra en etapa de control.³⁹

En un estudio realizado en el centro del país, se muestra que el estado de Querétaro, es el más afectado por brucelosis con un 39%. Seguido por el estado de Hidalgo, cuyo caso es similar. El estado de México y el D.F., mostraron porcentajes considerables de esta enfermedad.³⁴

Además de ser un problema económico en la industria pecuaria en nuestro país y otros, la Brucelosis es también un problema de Salud Pública⁴⁷, debido a que es una enfermedad transmisible al hombre (zoonosis), en gran parte de tipo ocupacional de obreros pecuarios, personal de mataderos, carniceros y médicos veterinarios.^{1, 41}

BRUCELOSIS.

La Brucelosis es una enfermedad infectocontagiosa que afecta a diferentes especies animales, incluyendo al humano que es un huésped accidental y su transmisión a éste se realiza por diferentes vías, como son a través de abrasiones cutáneas durante la manipulación de animales o restos de animales infectados, siendo la más importante el consumo de productos lácteos y leche cruda sin pasteurizar de animales infectados, debido a que en nuestro país se comercializa casi la mitad de la producción lechera sin pasteurizar.^{1, 26, 41}

Además de Brucelosis en las vacas, se le da otras denominaciones como Melitococia, Fiebre ondulante, Fiebre de Malta, Fiebre del Mediterráneo (en el hombre), Aborto contagioso, Aborto infeccioso, y Enfermedad de Bang (en bovinos).¹

La brucelosis se considera como una enfermedad de distribución mundial, donde *B. abortus* es la más ampliamente difundida.^{1, 51} Puede afirmarse que son muy pocos los países que integran la lista de los que están exentos de esta zoonosis, y por el contrario, muchos los que se presentan como indemnes pero en los que, o bien la enfermedad no ha sido investigada o tal investigación no ha sido correctamente realizada.⁴¹ Algunos países como Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, antigua Checoslovaquia, Dinamarca, Finlandia, Hungría, Noruega, Países Bajos, Rumania, Suecia y Suiza han logrado erradicarla. Los grandes productores de carne como Australia, Canadá, Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña y Nueva Zelanda, entre otros, están libres de brucelosis bovina o están a punto de serlo. Tres países ganaderos importantes, Argentina, Brasil y México, todavía tienen programas de control limitados.¹ En el caso de México se considera una enfermedad enzoótica,⁴⁰ ha sido reportada en casi todos los estados, lo que indica que puede presentarse en todos los climas²⁷ y se han reportado todas las especies del género *Brucella*.^{1, 51} Sin embargo, la prevalencia de la enfermedad es más alta en ganado lechero en sistemas de manejo intensivo (cuencas lecheras), siendo por lo tanto, las zonas relacionadas con los centros de producción lechera las que presentan tasas de infección bovina que fluctúan entre 1 y 10%.²⁷

El género *Brucella* son cocobacilos Gram negativos aerobios estrictos, inmóviles, sin cápsula, no esporulados y es una bacteria intracelular facultativa.^{49, 51}



Foto 1.- *Brucella abortus* - coccobacillus prokaryote (bacterium). (Courtesy of Dennis Kunkel Microscopy, Inc.)

En la actualidad, el género *Brucella* pertenece al phylum de las Proteobacterias dentro de la clase α - proteobacterias. Existen seis especies en el género de acuerdo a las características culturales, metabólicas y estructurales, de patogenicidad y huésped preferencial, pero no exclusivo, así tenemos *B. abortus* afectando a los bovinos, *B. melitensis* a caprinos y ovinos, *B. suis* a cerdos, *B. neotomae* a las ratas del desierto, *B. canis* a perros y *B. ovis* a ovinos, las cuatro primeras son cepas naturalmente lisas y las dos últimas rugosas.^{1, 49, 51} Las especies lisas pueden infectar a cualquier mamífero, incluido el hombre y de hecho gran parte de su importancia deriva de su condición de zoonosis. Las especies rugosas, han sido menos estudiadas y parecen afectar a un espectro de especies reducido y muy específico.⁵²

Las Brucellas no se multiplican en el medio ambiente pero son microorganismos resistentes, difíciles de eliminar del medio ambiente contaminado, especialmente en presencia de humedad y materia orgánica.^{35, 41, 49} En productos de origen animal, como la leche, las Brucellas se inactivan rápido como consecuencia de la acidificación natural del producto que tiene lugar a temperaturas ambientales altas, aunque a temperaturas de refrigeración pueden sobrevivir varias semanas. En derivados frescos, como la mantequilla o el queso, sobreviven también varios días o semanas lo que no ocurre en productos madurados, en los que la acidificación y otros cambios bioquímicos inactivan los microorganismos. Los procedimientos ordinarios de saneamiento de la leche para el consumo, como la pasteurización o la esterilización, eliminan con garantía estos microorganismos (basta 10-15min a 65°C para eliminarlas).^{36, 38, 41, 49}

La infección por *Brucella* puede producirse en animales de cualquier edad, es más común en animales sexualmente maduros y, preferentemente, en hembras gestantes. En vacas vacías, por lo general, es asintomática y los machos adultos pueden manifestar vesiculitis y artritis no supurativas.^{36, 41}

La infección se adquiere mediante la penetración a través de heridas en la piel, conjuntiva, la ingestión de agua o alimentos contaminados con las envolturas fetales, los fetos, las descargas vaginales que contienen gran número de brucelas, los terneros vivos infectados, vacas portadoras infectadas y clínicamente sanas eliminan la bacteria en placentas y secreciones uterinas junto con un ternero normal, así como la leche,^{8, 27} una fuente potencial son otras especies infectadas y otros elementos contaminantes, incluyen heces, sudor, secreción nasal, pues aunque con menor importancia, representan también fuentes de diseminación de estas bacterias al medio ambiente.^{1, 8,}

Entre rebaños la transmisión se produce por la introducción de una vaca infectada, mediante objetos inanimados, botas, alimentos, es poco probable la infección venérea a partir de toros infectados, el semen infectado empleado para la I.A. y la transferencia de embriones es un método seguro para preservar el material genético de los animales infectados.^{8, 27, 36}

La infección congénita se puede producir en terneros nacidos de vacas infectadas. La infección se produce *in utero* y puede permanecer latente en el ternero durante los primeros meses de vida; el animal puede permanecer serologicamente negativo hasta su primer parto, momento en el que comienza a eliminar la bacteria. Esto ha llevado a recomendar que los terneros procedentes de madres seropositivas no se deben utilizar como reproductores.^{33, 36, 38, 49}

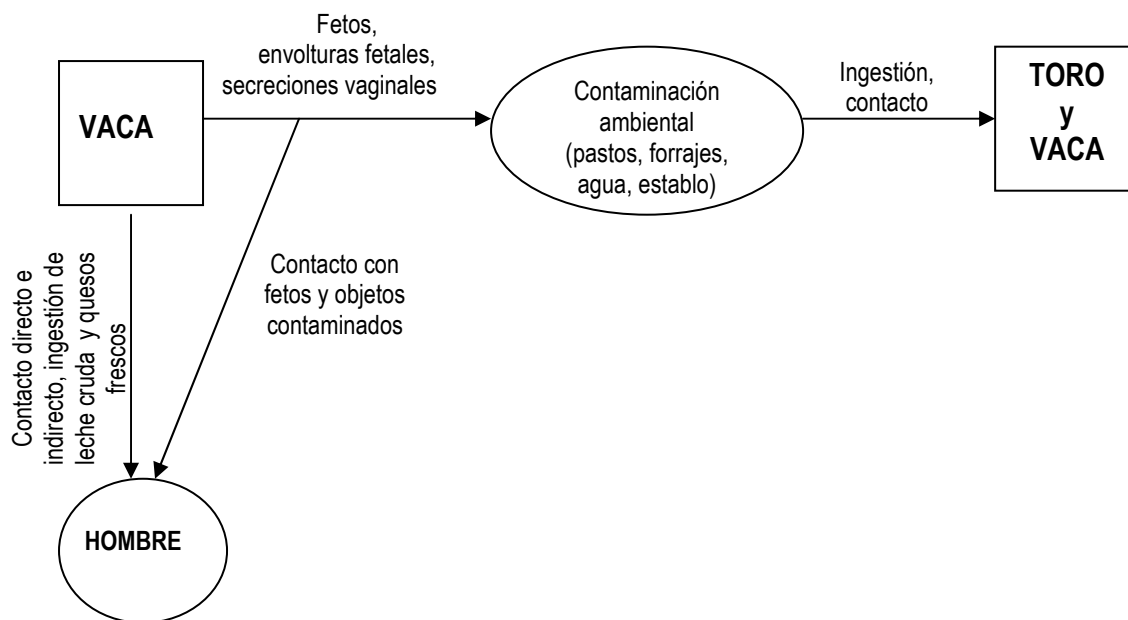


Figura 1. Brucelosis bovina (*Brucella abortus*). Modo de transmisión. (Modificado de Acha y Szifres, 2001)

En los bovinos, la infección se adquiere mayormente por vía oral, nasal o conjuntival. Luego de haber atravesado las mucosas o la piel lesionada, la *Brucella* puede ser fagocitada por polimorfonucleares (PMN) neutrófilos o por macrófagos mononucleares (MMN) locales, que la movilizarán principalmente por vía linfática a los ganglios linfáticos regionales (retrofaringeos, parotídeos y submaxilares entre los más frecuentes) para de allí diseminarse hacia otros órganos linfoides como el bazo, ganglios ilíacos y los retromamarios. Las bacterias en el interior de las células fagocitarias están protegidas de la acción de los mecanismos humorales de la respuesta inmune (anticuerpos, complemento) y de la acción de los antibióticos.^{36, 49, 52} El período de

incubación esta relacionado con el estado fisiológico de la hembra, siempre es más corto en el animal preñado, si la hembra fue expuesta seis meses después de la monta, el periodo de incubación será de dos meses. El periodo de "incubación serológica" (desde la infección hasta la aparición de anticuerpos) dura de unas semanas hasta varios meses. En la hembra no gestante, la infección permanece localizada en los ganglios retromamarios.^{1, 27, 33} Durante la gestación, la *Brucella* invade el útero en donde se multiplica masivamente, es probable que el aumento de tamaño del útero gestante y el consecuente incremento en la perfusión de sangre al órgano, sea también factor determinante en el incremento de células transportadoras de bacterias a la placenta y parte fundamental de la presentación del aborto en el último tercio de la gestación, cuando el útero y el feto inician un crecimiento acelerado con mayores requerimientos metabólicos. En el aborto bovino, ha sido muy estudiada y se ha considerado importante la presencia de un alcohol, el eritritol,⁵² una sustancia producida por el feto y se encuentra en concentraciones más elevadas en los líquidos placentarios y fetales, este también se encuentra en otros órganos tales como la glándula mamaria y el epidídimo.^{35, 36} Sin embargo este elemento no explica el aparente "tropismo" de la bacteria por el útero gestante y esta condición no debe traspolarse a las demás especies animales infectadas o incluso a las demás especies de *Brucella*, ni siquiera considerarse como explicación simplista de la patogenia de los abortos en los bovinos.⁵² El aborto ocurre al provocarse una endometritis con ulceración de los espacios intercotiledonarios y compromiso del alantocorion, de los cotiledones placentarios y de los líquidos fetales.⁴⁹ Esto se da por la reacción inflamatoria que es un mecanismo de acción de las brucelas en el tejido placentario. Especialmente en los placentomas, las bacterias penetran y se multiplican dentro del citoplasma de las células epiteliales coriónicas. Así, las células infectadas pueden necrosarse y desprenderse de la membrana basal de las vellosidades del corion, esto provoca trastornos en la nutrición del feto que a la vez puede contraer la enfermedad, ya sea por vía sanguínea, cuando las brucelas entran al torrente sanguíneo a través de las vellosidades o bien, directamente por vía digestiva al deglutir el líquido amniótico rico en gérmenes.

La **placentitis** es de tipo necrótico-hemorrágica con áreas gangrenadas,⁵² provoca la muerte del feto y finalmente con la expulsión da lugar al aborto. Los fetos desarrollan hiperplasia linfóide, depleción tímica y neumonía exudativa.^{27, 36, 49}



Foto 2.- Feto abortado de una vaca seropositiva a *B. abortus*



Foto 3.- Fetos abortados

En el caso de una primoinfección, el proceso culmina de modo característico por el aborto durante el último tercio de la gestación (6-9 meses). La retención de placenta y la metritis son secuelas frecuentes,^{28, 36, 38, 49} dando como consecuencia la infertilidad por alterar las condiciones fisiológicas del aparato genital del bovino y esto provoca pérdidas económicas prolongando el tiempo a primer servicio, retraso en la involución uterina, incremento del número de servicios por concepción (1.88 – 2.2) y aumentando el intervalo entre partos,^{26, 34, 36, 50} además de las pérdidas económicas por la aplicación de antibióticos para el tratamiento de las retenciones placentarias y la metritis, por lo que la leche no puede ser utilizada.



Foto 4.- Retención placentaria

El aborto es menos observado en gestaciones subsiguientes, aunque las hembras quedan infectadas, eliminando *brucelas* con cada parto.^{1, 41, 49} Los neonatos pueden infectarse *in utero*, origen de brucelosis “latentes”. En el macho, la enfermedad se caracteriza por vesiculitis, orquitis y/o epididimitis. En ocasiones se producen artritis y sinovitis no supurativas.^{8, 35, 36, 49}



Foto 5.- Orquitis (inflamación de testículos)

La enfermedad pasa desapercibida, siendo el único signo clínico el aborto, el cual se produce durante el último trimestre de la gestación;^{27, 49} el nacimiento prematuro o a término de terneros muertos o débiles, la anorexia, el decaimiento, baja en la producción, repetición de calor y disminución del líbido son otros signos que podemos observar.²⁷

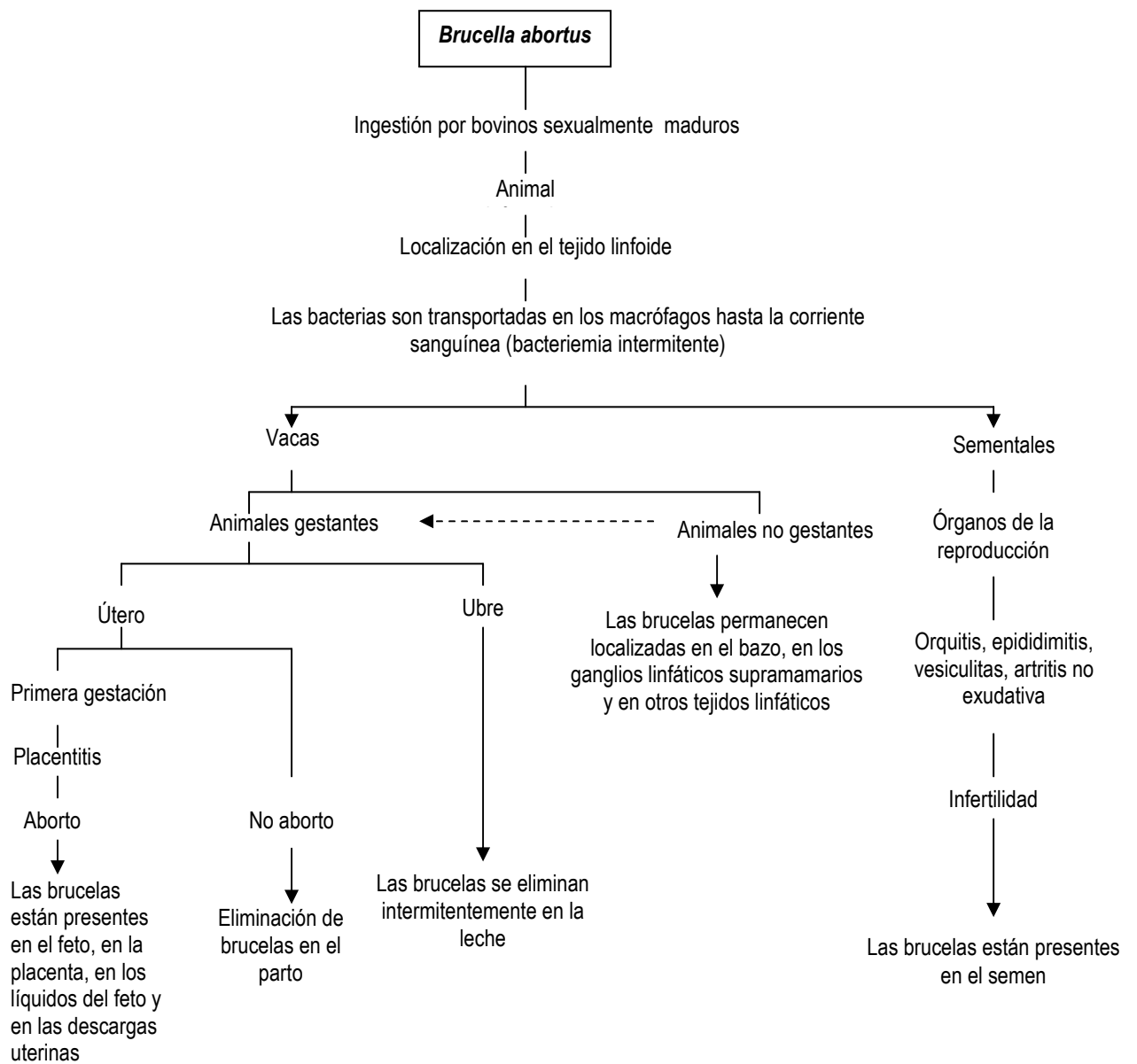


Figura 2. Progresión de la infección por *Brucella abortus* en ganado bovino susceptible (Modificado de Quinn, 2002)

Diagnóstico.

El diagnóstico es un elemento central, clave e insustituible en cualquier programa de control y/o erradicación de la brucelosis. El principal objetivo del diagnóstico clínico de la brucelosis es identificar a los animales infectados y que pueden estar eliminando la bacteria y diseminando la enfermedad.

Debido a que las bacterias del género *Brucella* son de lento crecimiento, el diagnóstico y la confirmación se basan en técnicas serológicas y en algunos casos el cultivo.³⁹

Las pruebas clínicas empleadas para el diagnóstico incluyen métodos directos: identificación microscópica, coloración de Stamp, inmunofluorescencia, aislamiento bacteriológico y fagotipificación;^{41, 47} métodos indirectos: aglutinación en placa, prueba de rosa de bengala, prueba de anillo en leche y prueba de precipitación de Rivanol;^{36, 38, 41, 47} métodos rápidos y automatizados como la prueba de ELISA.^{36, 41, 47}

Actualmente las normas oficiales mexicanas NOM-041-ZOO-1995 y NOM-056-ZOO-1995 permiten la utilización de algunas pruebas serológicas, estableciendo que se deberá utilizar para el rastreo la prueba de tarjeta o rosa de Bengala y al menos una prueba confirmatoria (Rivanol, fijación de complemento, prueba de anillo de leche, así como el hemocultivo en algunos casos) para el diagnóstico.^{27, 29, 30} Las principales ventajas que presentan las pruebas serológicas son su rapidez y su costo relativamente bajo, sin embargo, todas las pruebas están basadas en la detección de anticuerpos, y se considera como animal enfermo a todo aquel que sea positivo tanto en la prueba de tarjeta como en la prueba confirmatoria, sin tomar en cuenta la prevalencia de animales con serología positiva y ausencia de bacterias, como en el caso de aquellas que fueron vacunadas en etapas tempranas del desarrollo con la cepa S-19 y que no se cuenta con un registro de su vacunación, o bien animales que en etapas tempranas de la enfermedad no han desarrollado anticuerpos y por lo tanto la serología es negativa. Además, son conocidas las diversas reacciones cruzadas que pueden aparecer dando como consecuencia una serología positiva en animales sanos.³⁹

Cultivo y subcultivo. El aislamiento e identificación de *Brucella spp.* constituye el diagnóstico definitivo de la enfermedad. El aislamiento suele realizarse a partir de muestras de fetos abortados, placenta, secreción vaginal, sangre, médula ósea y en algunos casos líquido cefalorraquídeo.^{3, 49} En el caso de las muestras de sangre y médula ósea, el medio difásico de Ruiz-Castañeda, es el de elección. Una pequeña proporción de casos presenta el crecimiento entre los 5-15 días, y sólo de forma excepcional, éste se retrasa hasta pasados 30-45 días. En los procesos agudos, incluso cuando la extracción de los hemocultivos se practica en fase afebril, el porcentaje de aislamiento oscila entre el 90-95% de los casos.³

El subcultivo suele realizarse por duplicado en placas de agar sangre al 10%, en caldo soya tripticasa (TSA) con extracto de levaduras al 0.5%, agar *Brucella* con y sin colorantes, agar chocolate, agar urea de Christensen y en agar Mac Conkey. Una serie se incuba en atmósfera de CO₂ y la otra en atmósfera normal a 36° C. Al cabo de cuatro días, debe de observarse crecimiento visible en alguna de las series si existen células de *Brucella* viables.^{39, 49}

Métodos moleculares. Son métodos alternativos utilizados cada vez con mayor frecuencia debido a que acortan el tiempo de diagnóstico, además de que son altamente sensibles y específicos. Uno de los más utilizados es la reacción en cadena de la polimerasa (PCR, del inglés: *polimerase chain reaction*), que es un proceso bioquímico realizado *in vitro*, por una enzima DNA polimerasa termoestable, que duplica exponencialmente una secuencia específica de DNA y que al final de 20 a 35 ciclos produce millones de copias de la secuencia seleccionada. Con el fin de incrementar la especificidad de la reacción se han ideado métodos de PCR múltiple, en los cuales se amplifica más de una secuencia específica de *Brucella spp.*^{24, 39, 49}

El diagnóstico diferencial debe hacerse con: leptospirosis (*L. pomona* y *L. hardjo*), rinitis infecciosa bovina, listeriosis (*Listeria monocytogenes*), abortos micóticos (*Aspergillus absidia*), intoxicación por especies de *Pinus*, tricomoniasis (*Tricomona fetus*), vibriosis (*Campylobacter fetus*), abortos por clamidias y *Neospora caninum*.³⁶

No hay tratamiento. Debido al riesgo que representa la presencia de un animal positivo en el hato, se debe realizar el sacrificio.

Profilaxis.

La lucha contra la brucelosis está basada en dos pilares: la detección de los animales infectados y la vacunación. Las condiciones epizootiológicas particulares en cada zona van a determinar la estrategia más adecuada para el control. Los diferentes países actúan en función de la realidad sanitaria, pero de manera condicionada por el desarrollo económico. La vacunación permite limitar la difusión de la infección de la manera más económica asegurando la disminución de la prevalencia, aun cuando la eliminación de los animales no se efectúe sistemáticamente.^{1, 36}

En el ganado bovino se utilizan tres tipos de vacunas: la cepa atenuada 19 (**S19**), una vacuna inactivada con adyuvante **45/20** y la vacuna **RB51**, más reciente.^{35, 51}

Vacuna 45/20

A finales de la década de los años 60 se popularizó en Europa, principalmente en Holanda, Francia y el Reino Unido, el uso de una vacuna inactivada, elaborada con una cepa rugosa suspendida en un adyuvante oleoso, se trataba de la llamada 45/20, la cual fue originalmente investigada por McEwen en 1937. El nombre de esta vacuna deriva del hecho de que originalmente se trataba de una cepa lisa de *Brucella abortus*, la cual fue aislada a partir de muestras de una vaca enferma, al aislamiento se le identificó como cepa 45; el 20 se refiere al número de pases que le hicieron a la cepa a través de cuyes para atenuarla, gracias a los cuales se transformó en rugosa. Al pretender utilizarla como vacuna viva atenuada se encontraron indicios de que podría revertir a su forma lisa, por lo que se determinó la necesidad de utilizarla como vacuna inactivada.¹⁷

En un principio se creyó que este inmunógeno sería el producto esperado para la prevención de la brucelosis en ganado vacuno. Tiene la cualidad de conferir inmunidad sin inducir la formación de anticuerpos aglutinantes que interfieren con el diagnóstico serológico tradicional; además, se demostró que al utilizarla en forma inactivada en animales previamente expuestos a cepas lisas de *Brucella abortus* puede inducir la producción de anticuerpos aglutinantes, razón por la cual algunos autores recomendaban su uso con la intención de que al mismo tiempo en que se inmunizaba todo un hato, se lograba favorecer el diagnóstico de animales que estuvieran incubando la enfermedad, para proceder a su eliminación;^{17, 35} en Australia se utilizó con estos fines, especialmente para identificar portadores asintomáticos que resultaban negativos a las pruebas convencionales como suele ocurrir con becerras infectadas por vía congénita. Otra cualidad de esta vacuna radica en el hecho de que se puede administrar en vacas de cualquier edad e incluso gestantes sin riesgo de que la vacunación genere abortos. Con el tiempo se demostró que la vacuna 45/20 posee importantes limitantes entre los que destaca el hecho de que por tratarse de un inmunógeno inactivado la protección que confiere tiene una duración limitada por lo que resulta indispensable la revacunación periódica; además, el adyuvante llega a producir reacciones locales indeseables.^{17, 36}

Vacuna Cepa 19

En 1923 se logró el aislamiento de una cepa de *Brucella abortus* a la que se identificó como Cepa 19, que posteriormente sería utilizada por Buck en 1930 para desarrollar la vacuna como se le conoce en la actualidad.^{17, 41} La vacuna es producto de un proceso de atenuación de la cepa 19, la cual originalmente era un cultivo virulento al que se dejó a temperatura ambiente durante varios meses, al replicarla se encontró que había sufrido modificaciones en su virulencia.^{42, 45} Entre sus cualidades destaca la estabilidad de la cepa, la cual durante décadas se ha mantenido atenuada, sin que se hayan encontrado indicios de que pudiera revertir a la virulencia. Desde su desarrollo en

1930 hasta nuestros días la vacuna cepa 19 ha sido objeto de infinidad de investigaciones y ha sido utilizada en la mayoría de países en los que se llevan a cabo programas para la prevención y el control de la enfermedad en bovinos. Se trata de una cepa lisa, Gram negativa, que posee íntegro su lipopolisacárido (LPS) incluyendo la cadena "O", motivo por el cual los animales vacunados desarrollan anticuerpos aglutinantes que reaccionan con los antígenos utilizados en las pruebas para el diagnóstico de la enfermedad. Se acepta que esta vacuna es capaz de inducir protección satisfactoria a por lo menos el 70% de los animales vacunados. El título de UFC en esta vacuna es de 5×10^{10} , y es una excelente herramienta para el combate de la brucelosis, especialmente para países en los que los índices de prevalencia son elevados, ya que al ser utilizada de manera complementaria con los procedimientos de diagnóstico y sacrificio, ha permitido que muchos países hayan logrado la erradicación.⁷

Durante casi medio siglo el uso de la vacuna cepa 19 estuvo restringido a la vacunación de becerros de 4 a 6 meses de edad, puesto que en animales mayores es posible que ocurra una proliferación y la permanencia de la cepa vacunal en los animales, con la consecuente producción de anticuerpos que interfieren con diagnóstico, además al utilizar la misma dosis de vacuna que se administra en becerros para la inmunización de hembras gestantes la vacuna es capaz de ocasionar abortos.^{17,27,31,49} Esto representaba una seria limitante para los programas de control en países como México. Este problema fue parcialmente resuelto en la década de los 70's gracias a las investigaciones de Nicoletti y col. quienes estudiaron la capacidad de la vacuna para conferir inmunidad a vacas adultas cuando se utilizaron dosis inferiores a las que se recomiendan para la inmunización de becerros. Así surgió la vacuna en una presentación conocida desde entonces como "Cepa 19 en dosis reducida". Con esta presentación es posible la vacunación de hembras mayores a los 6 meses de edad, reduciéndose el problema de la interferencia con el diagnóstico, puesto que los anticuerpos generados como resultado de la vacunación persisten solamente durante 4 a 8 meses, además al vacunar hembras gestantes el número de abortos causados por la vacuna es inferior al 3%.^{4, 17}

En 1975 Nicoletti realizó importantes estudios de campo en la Florida, EEUU, en los que por primera vez se utilizó la vacuna cepa 19 en dosis reducidas para la inmunización de vacas adultas.^{1, 17} Este experimento fue la base para que se realizaran estudios subsecuentes y en la actualidad sean muchos los países que incluyen el uso de esta vacuna en dosis reducidas dentro de sus programas oficiales de control de la enfermedad en ganado vacuno. El título de esta vacuna es de 3×10^9 UFC.^{17, 41} El hecho de que los animales vacunados, ya sea como becerros con dosis clásica o como animales mayores a los 8 meses con dosis reducida, inducen la producción de anticuerpos que persisten hasta por 8 meses después de la vacunación, representa una fuerte limitante en el avance

de la Campaña Oficial para el combate de la Brucelosis en bovinos de México, puesto que se generan conflictos para la movilización y la comercialización de animales vacunados, durante el tiempo que transcurre desde la vacunación hasta la desaparición de los anticuerpos. Por otra parte, ha ocurrido que animales vacunados sean vendidos o movilizados a pesar de presentar anticuerpos aglutinantes, con el argumento de que tales anticuerpos son producto de la vacunación, tratándose en realidad de animales enfermos, lo que a la postre representa la diseminación de la enfermedad en otros ranchos o establos, e inclusive a otras regiones del país.^{17, 51} La vacunación de machos con cepa 19 no está recomendada puesto que puede ocasionar procesos inflamatorios en genitales, incluyendo orquitis y epididimitis, además de la artritis no supurativa.^{17, 27, 36, 49, 52}

Vacuna RB51

En las últimas décadas la investigación ha generado tecnología diagnóstica más confiable y mejores vacunas para su aplicación en las campañas contra la Brucelosis, como es el caso de la vacuna RB51, la cual se desarrolló en los 80's, elaborada con una cepa rugosa de *Brucella abortus*. Esta característica se debe al hecho de que carece de la cadena "O" del LPS que poseen las bacterias Gram negativas en su pared celular y que en el caso de las cepas lisas de los miembros del género *Brucella* son responsables de inducir la producción de anticuerpos séricos, que se identifican mediante las pruebas clásicas de aglutinación utilizadas para el diagnóstico; por esta razón la Vacuna RB51, posee la cualidad de no interferir con el diagnóstico, puesto que se pueden identificar animales infectados independientemente de la fecha de vacunación.^{17, 27, 47, 48, 51} Es importante señalar que la ausencia de la cadena "O" antes mencionada no implica que la vacuna sea incapaz de inducir una respuesta inmunológica. Cada bacteria posee un enorme número de determinantes antigénicos, los cuales actúan de manera conjunta para estimular una sólida inmunidad en los animales vacunados.¹⁷

La vacuna RB51 induce la producción de anticuerpos que se pueden identificar con otros métodos diagnósticos como la Inmunodifusión o la Fijación de Complemento, motivo por el cual se logra proteger con ella a los animales sin interferir con los procedimientos de diagnóstico rutinarios.^{17, 41}

Al igual que en el caso de la vacuna Cepa 19, la RB51 está disponible en el mercado en dos presentaciones, la clásica para becerras y la presentación en dosis reducida para vacas.^{17, 33} Existe, al igual que ocurre con la cepa 19, la probabilidad de que de 1 a 2 % de las vacas gestantes aborte como resultado de la vacunación.^{17, 36}

La aplicación en animales infectados en proceso de incubación puede dar como resultado que a los pocos días después de la aplicación de la vacuna se desenmascare la infección, por lo que tiene

cierto valor diagnóstico.⁴⁵ Es probable que la revacunación de animales previamente vacunados con la cepa 19 desarrolle anticuerpos aglutinantes como resultado de la estimulación de la memoria inmunológica. En México la vacuna RB51 se utiliza de manera oficial por la campaña de control de la brucelosis, desde 1996.^{27, 29}

Control y Erradicación.

Cualquier programa de control tiene como objetivo el descenso del número de animales positivos de tal forma que haga posible acceder, como fase final, a la erradicación total de la misma. Como primero de sus propósitos el control debe suprimir la transmisión de enfermos a sanos. Además, debe encargarse de la detección de los individuos enfermos o infectados.⁴¹

Existen cuatro puntos que deben cumplirse para tener éxito en un programa de control: ^{26,27, 33, 50, 51}

1. Que este respaldada por un soporte legal, la Norma Oficial Mexicana que dicta los ordenamientos y la regulación de los procesos operativos de la campaña de control de la brucelosis.
2. Que se cuente con respaldo por parte del sector oficial para dar seguimiento al programa de control.
3. Que exista interés y apoyo por parte de los ganaderos.
4. Que se cuente con un paquete tecnológico (vacunas, antígenos, pruebas diagnósticas), que satisfagan los requerimientos de la campaña.

La estrategia para controlar y erradicar la brucelosis de los hatos infectados está enfocada hacia tres metas y se necesita la cooperación del dueño y el personal del hato que trabaja en los aspectos de salud del ganado. Las metas son: ^{1, 21, 22, 31, 33, 36, 41, 47}

1. Prevenir la transmisión de la enfermedad.- Se recomienda que haya un plan escrito, distinto para cada hato infectado, firmado por el dueño y el veterinario responsable. El plan debe ser utilizado como guía y sometido a revisiones según el progreso hecho en el hato. El plan debe de delinear los siguientes puntos:

MANEJO DEL HATO Y BIOSEGURIDAD

- Manejo al momento del parto.
- División del hato en grupos pequeños (separación de vacas y vaquillas).
- Aislamiento al momento del parto (parideros individuales).
- Mantener limpias, secas y desinfectadas las áreas del parto.
- Monitoreo de vacas y vaquillas primerizas en los corrales de reto.

- Restricción de vacas recién paridas (hasta que se deseche la placenta y mantenerlas en el hospital, si es posible, hasta 10 días después del parto).
- Recolección inmediata de placentas y fetos abortados (incineración).
- Vaquillas de recría (no dar a las becerras calostro o leche de vacas rectoras, identificar y desechar hijas de vacas rectoras).
- Controlar la movilización del ganado y exigir la vacunación total de los hatos lecheros en regiones de alta prevalencia. Para lograr el éxito en el control de la movilización del ganado es necesario considerar el cumplimiento de los requisitos sanitarios desde el origen, validándose este cumplimiento en el tránsito y confirmándose en el destino de la movilización.
- Evitar al máximo la presencia de perros en el establo.
- Calendario de muestreo. Muestreos rutinarios son críticos para el crecimiento rápido de un plan de manejo, debe de ser ajustado para satisfacer las necesidades según el riesgo dentro del hato. El veterinario debe de clasificar a los animales basado en los resultados sanguíneos y sus conocimientos del comportamiento de la brucelosis en el hato.
- Establecer un plan de bioseguridad que incluya hatos vecinos.

VACUNACIÓN

2. Incrementar la inmunidad del hato.- Mediante la vacunación, ya que la vacunación hace que se requiera una dosis más alta para infectar un animal, se reducen los abortos y cantidad de diseminación de *Brucella* y alarga los periodos de incubación. Se debe mantener la vacunación anual de todo el hato, mientras se encuentran rectoras entre el hato. Si un hato tiene gran cantidad de abortos por *Brucella*, se debe de considerar la vacunación del hato cada 6 meses.
3. Desecho y/o segregación de animales infectados.
 - Desecho de los animales serológicamente positivos y no redituables al hato.
 - Identificación de los animales serológicamente positivos y económicamente redituables al hato, mediante el uso de aretes de distinto color.
 - Segregación de animales serológicamente positivos y económicamente redituables al hato en corrales de producción, corrales de ganado seco y reto.
 - Mantener en sí, dos hatos, el hato negativo y el hato positivo. Todas las estrategias para el manejo del hato infectado, como parideros individuales, calendario de muestreo y la vacunación se debe de concentrar en el hato negativo.

Desinfección.

La materia orgánica es el principal aliado de estos microorganismos en la supervivencia en el medio contaminado, pues teniendo en cuenta su presencia abundante en las explotaciones animales,^{35,41,49} la acción eficaz de muchos de estos productos sobre los microorganismos del género *Brucella* se neutraliza totalmente o se reduce fuertemente debido a ella. Por esta razón, la desinfección siempre debe de ir precedida de una limpieza profunda. En el tratamiento del estiércol es eficaz el uso de xileno (3 semanas mínimo, al 1 por mil) y cianamida cálcica (20 kg por m³). En la desinfección de superficies contaminadas, después de la limpieza, resulta eficaz el tratamiento con hipoclorito cálcico al 2-5% (durante 1 hora), sosa cáustica al 2-3%, óxido de cal al 20% o formaldehído al 2%.^{41,49}

OBJETIVOS

General:

- 1) Analizar el efecto de la Brucelosis sobre los parámetros productivos y reproductivos de los animales en estudio.

Particulares:

- 1) Evaluar el efecto de la enfermedad sobre los parámetros reproductivos de los animales en estudio.
- 2) Evaluar el efecto de la enfermedad sobre los parámetros productivos de los animales en estudio.
- 3) Determinar la prevalencia de animales seropositivos a *Brucella abortus* de los animales en estudio.
- 4) Determinar la presencia de fallas reproductivas de los animales en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en una explotación lechera de tipo intensivo, ubicada en el municipio de Tizayuca, Hidalgo en las instalaciones del Complejo Agropecuario Industrial Tizayuca, situado en el kilómetro 57 de la carretera federal No. 85, México - Pachuca, en Poniente 2 entre Sur 7 y Sur 8, Cd. Industrial Tizayuca, Hidalgo .

El Municipio de Tizayuca se encuentra a 52 kilómetros de la Ciudad de México, por la carretera México - Laredo. Está situado a los 19° 50', de latitud Norte y 98° 59', de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, a una altura de 2,260 metros sobre el nivel del mar. Colinda al Norte con Tolcayuca y Estado de México, y al Sur y Oeste con el Estado de México. Tiene una extensión territorial de 92.5 kilómetros cuadrados.¹⁶



Se tomó la información de registros productivos y reproductivos de 311 vacas de dos establos con los mismos sistemas de producción y el mismo manejo. Se formaron dos grupos de vacas de la raza Holstein Friesian, el primer grupo correspondió a las vacas seronegativas y el segundo a las vacas seropositivas a *Brucella abortus* (cepa lisa) diagnosticadas con la prueba de Rivanol como prueba confirmatoria y para la identificación de la especie se realizó el aislamiento bacteriológico por el CENASA. En ambos grupos, a partir del último parto de la vaca se tomaron los datos de los parámetros reproductivos: servicios por concepción y días abiertos, incluyendo las fallas reproductivas: abortos, parto prematuro, momias, retención placentaria, reabsorción embrionaria (absorción embrionaria, pérdida del embrión), metritis y piómetra; además de los registros de pesaje mensual de leche (parámetros productivos). Los resultados obtenidos se analizaron por el procedimiento de Mínimos Cuadrados utilizando el PROC GLM del paquete estadístico SAS (1996)⁴⁶ y el modelo de Wood⁵³ para estimar los parámetros de la curva de lactación:

$$PL=a*(DEL**b)*exp(-c*DEL)$$

después ya estimados los parámetros estos fueron analizados con el Proc GLM del SAS y el PROC LOG. con el modelo estadístico siguiente:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + N_j + Y_k + R_k + E_{ijklm}$$

donde:

Y_{ijklm} es la variable de respuesta o el parámetro en estudio (pico de producción y producción total)

μ es la constante de la media de la población

T_i es el i ésimo efecto del tratamiento de *Brucella abortus*

N_j es el j ésimo efecto del Número de Parto

Y_k es el k ésimo efecto de la Edad

R_k es el efecto del k ésimo Establo A y B

E_{ijklm} es el error aleatorio.

RESULTADOS

FALLAS REPRODUCTIVAS.

Cuadro 1.- Razones probabilísticas (odds ratio) de presentar ABORTO, debido a los efectos de ser seropositivo a *Brucella*, al número de parto y edad al parto.

| Variables | No. Animales | Odds Ratio | Nivel de significancia |
|---|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Dx <i>Brucella</i> Seropositivo Seronegativo | 33:109 24:202 | 0.549 1a | 0.050 — |
| Número de parto 0 a 1 2 a 3 4 a 8 | 25:94 21:143 12:74 | 0.202 0.941 1a | 0.0014 ns — |
| Edad (años) 2 3 a 5 6 a 11 | 11:69 19:122 6:40 | 4.630 1.544 1a | 0.0028 ns — |

ns = efecto no significativo (P>0.051)

a = Utilizada como referencia

En el **cuadro 1** se puede observar que las vacas con **Dx seropositivo a *Brucella*** tuvieron 0.549 más veces de probabilidad de padecer **aborto** en comparación con las vacas con **Dx seronegativo a *Brucella*** (P<0.050).

En el caso de la variable **Número de parto** las vacas de **1er parto**, la probabilidad de que presenten **aborto** fue de 0.202 veces más que en los partos posteriores (2-3 y 4-8) (P<0.0014).

En relación al efecto de la **Edad**, se puede observar que las vacas de **2 años** tuvieron 4.63 más veces de probabilidad de abortar en relación a las vacas de mayor edad (3-11 años) (P<0.0028).

Cuadro 2.- Razones probabilísticas (odds ratio) de presentar PARTO PREMATURO, debido a los efectos de ser seropositivo a *Brucella*, al número de parto y edad al parto.

| Variables | No. Animales | Odds Ratio | Nivel de significancia |
|---|------------------------|----------------------|------------------------|
| Dx <i>Brucella</i> Seropositivo Seronegativo | 15:109 5:202 | 0.192 1a | 0.0013 — |
| Número de parto 0 a 1 2 a 3 4 a 8 | 4:94 12:143 3:74 | 0.611 0.682 1a | ns ns — |
| Edad (años) 2 3 a 5 6 a 11 | 2:69 13:122 1:40 | 1.734 0.364 1a | ns ns — |

ns = efecto no significativo (P>0.051)

a = Utilizada como referencia

Como se puede observar en el **cuadro 2**, el que las vacas sean **seropositivas** o **seronegativas** a ***Brucella***, fue la única variable que influyó significativamente en la presentación de **parto prematuro**. Las vacas con **Dx seropositivo a *Brucella*** tuvieron 0.192 más veces de probabilidad de padecer **parto prematuro** (P<0.0013).

Cuadro 3.- Razones probabilísticas (odds ratio) de presentar RETENCIÓN PLACENTARIA, debido a los efectos de ser seropositivo a *Brucella*, al número de parto y edad al parto.

| Variables | No. Animales | Odds Ratio | Nivel de significancia |
|---|------------------------|----------------------|------------------------|
| Dx <i>Brucella</i> Seropositivo Seronegativo | 13:109 5:202 | 0.306 1a | 0.0190 — |
| Número de parto 0 a 1 2 a 3 4 a 8 | 7:94 9:143 2:74 | 0.197 0.385 1a | ns ns — |
| Edad (años) 2 3 a 5 6 a 11 | 4:69 7:122 4:40 | 2.225 1.212 1a | ns ns — |

ns = efecto no significativo (P>0.051)

a = Utilizada como referencia

Como se puede observar en el **cuadro 3**, las vacas con **Dx seropositivo a *Brucella*** tuvieron 0.306 más veces la probabilidad de tener **retención placentaria** (P<0.0190).

En el mismo cuadro, también se puede observar que el **número de parto** y la **edad** al parto no tuvieron un efecto significativo sobre **retención placentaria** (P>0.051).

Cuadro 4.- Razones probabilísticas (odds ratio) de presentar METRITIS, debido a los efectos de ser seropositivo a *Brucella*, al número de parto y edad al parto.

| Variables | No. Animales | Odds Ratio | Nivel de significancia |
|---|-------------------------|----------------------|------------------------|
| Dx <i>Brucella</i> Seropositivo Seronegativo | 39:109 31:202 | 0.715 1a | ns — |
| Número de parto 0 a 1 2 a 3 4 a 8 | 33:94 28:143 7:74 | 0.263 0.477 1a | 0.012 ns — |
| Edad (años) 2 3 a 5 6 a 11 | 6:69 22:122 11:40 | 0.777 1.045 1a | ns ns — |

ns = efecto no significativo (P>0.051)

a = Utilizada como referencia

En el **cuadro 4** se pueden observar que las variables **Dx de *Brucella*** y **edad** al parto sobre la presentación de **piómetra**, no tuvo un efecto significativo (P>0.051).

Se puede observar que la única variable que tuvo un efecto significativo sobre la presentación de **metritis** fue el **número de parto**, en donde las vacas de **1er** parto su probabilidad de padecer **metritis** es de 0.263 veces más que en vacas con mayor número de partos (2-3 y 4-8) (P<0.012).

Cuadro 5.- Razones probabilísticas (odds ratio) de presentar PIÓMETRA, debido a los efectos de ser seropositivo a *Brucella*, al número de parto y edad al parto.

| Variables | No. Animales | Odds Ratio | Nivel de significancia |
|---|------------------------|----------------------|------------------------|
| Dx <i>Brucella</i> Seropositivo Seronegativo | 11:109 12:202 | 0.981 1a | ns — |
| Número de parto 0 a 1 2 a 3 4 a 8 | 8:94 12:143 3:74 | 0.372 0.528 1a | ns ns — |
| Edad (años) 2 3 a 5 6 a 11 | 5:69 11:122 5:40 | 1.326 0.745 1a | ns ns — |

ns = efecto no significativo (P>0.051)

a = Utilizada como referencia

En el **cuadro 5** se pueden observar el efecto de las variables **Dx de *Brucella***, **número de parto** y **edad** al parto, sobre la presentación de **piómetra**, ninguna de las variables tuvo un efecto significativo (P>0.051).

Cuadro 6.- Razones probabilísticas (odds ratio) de presentar REABSORCIÓN EMBRIONARIA, debido a los efectos de ser seropositivo a *Brucella*, al número de parto y edad al parto.

| Variables | No. Animales | Odds Ratio | Nivel de significancia |
|---|------------------------|----------------------|------------------------|
| Dx <i>Brucella</i> Seropositivo Seronegativo | 9:109 12:202 | 1.044 1a | ns — |
| Número de parto 0 a 1 2 a 3 4 a 8 | 8:94 10:143 3:74 | 0.261 0.552 1a | ns ns — |
| Edad (años) 2 3 a 5 6 a 11 | 4:69 9:122 1:40 | 2.562 1.037 1a | ns ns — |

ns = efecto no significativo (P>0.051)

a = Utilizada como referencia

En el **cuadro 6** se pueden observar el efecto de las variables **Dx de *Brucella***, **número de parto** y **edad** al parto, sobre la presentación de **reabsorción embrionaria**, ninguna de las variables tuvo un efecto significativo (P>0.051).

Cuadro 7.- Razones probabilísticas (odds ratio) de presentar MOMIFICACIONES, debido a los efectos de ser seropositivo a *Brucella*, al número de parto y edad al parto.

| Variables | No. Animales | Odds Ratio | Nivel de significancia |
|---|-----------------------|----------------------|------------------------|
| Dx <i>Brucella</i> Seropositivo Seronegativo | 6:109 3:202 | 0.391 1a | ns — |
| Número de parto 0 a 1 2 a 3 4 a 8 | 4:94 3:143 2:74 | 0.331 1.231 1a | ns ns — |
| Edad (años) 2 3 a 5 6 a 11 | 2:69 3:122 2:40 | 2.732 1.179 1a | ns ns — |

ns = efecto no significativo (P>0.051)

a = Utilizada como referencia

En el **cuadro 7** se pueden observar el efecto de las variables **Dx de *Brucella***, **número de parto** y **edad** al parto, sobre la presentación de **momificaciones**, ninguna de las variables tuvo un efecto significativo (P>0.051).

PARÁMETROS REPRODUCTIVOS

Cuadro 8.- Medias de mínimos cuadrados y error estándar del efecto de ser seropositivo o seronegativo a *Brucella*, Establo y Número de parto sobre el Número de servicios por concepción.

| Variables | Servicios por concepción | |
|------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | Media | Error estándar |
| Dx de <i>Brucella</i> | | |
| Seropositivo | 3.17 | 0.30 |
| Seronegativo | 2.72 | 0.24 |
| Establo | | |
| A | 3.51 | 0.25^a |
| B | 2.38 | 0.31 ^b |
| Número de parto | | |
| 1 | 3.07 | 0.41 ^{ab} |
| 2 a 3 | 3.60 | 0.25^a |
| 4 a 8 | 2.16 | 0.52 ^b |

a b = Literales diferentes en el mismo ítem indican diferencia estadística significativa (P<0.05).

En el **cuadro 8** se puede observar que con excepción de las vacas que sean **seropositivas** o **seronegativas** a *Brucella* (P>0.05), todas las demás variables influyeron en el **número de servicios por concepción**.

En cuanto al **Establo**, se observa que el **establo A** presentó un mayor uso de **servicios por concepción** que el **establo B** y lo mismo se presenta en el **Número de parto** en vacas de **2- 3** partos en los cuales se utilizaron más **servicios por concepción** que en las vacas de **4-8** partos(P<0.05).

Cuadro 9.- Medias de mínimos cuadrados y error estándar del efecto de ser seropositivo o seronegativo a *Brucella*, Establo y Número de parto sobre los Días abiertos.

| Variables | Días abiertos | |
|--|-----------------------------------|---|
| | Medias | Error estándar |
| Dx de <i>Brucella</i> Seropositivo Seronegativo | 177.02 145.95 | 18.12 14.30 |
| Establo A B | 185.18 137.80 | 14.68^a 18.20 ^b |
| Número de parto 1 2 a 3 4 a 8 | 129.20 195.94 159.32 | 24.20 ^b 15.25^a 30.88 ^{ab} |

a b = Literales diferentes en el mismo ítem indican diferencia estadística significativa (P<0.05).

En el **cuadro 9** se puede observar el efecto sobre los **días abiertos**. El que las vacas fueran **seropositivas** o **seronegativas** a ***Brucella*** no tuvo un efecto estadístico significativo sobre la variable **días abiertos** (P>0.05).

En cuanto al **Establo**, se observa que el establo **A** presentó un mayor número de **días abiertos** que el establo **B** y lo mismo se presenta en el **Número de parto** en vacas de **2-3** partos fue mayor el número de **días abiertos** que en las vacas de **1er** parto (P<0.05).

PARÁMETROS PRODUCTIVOS

Cuadro 10.- Medias de mínimos cuadrados y error estándar del efecto de ser seropositivo o seronegativo a *Brucella*, Establo y Número de parto sobre los Días al Pico de Producción.

| Variables | Días al Pico de Producción | |
|--|--|---|
| | Medias de mínimos cuadrados | Error estándar |
| Dx de <i>Brucella</i> Seropositivo Seronegativo | 95.84 76.57 | 20.88 19.32 |
| Establo A B | 100.95 71.46 | 19.61 ** 20.54 |
| Número de parto 1 2 3 o más partos | 103.17 81.20 74.23 | 20.54 * 20.75 20.64 * |

* P<0.05, ** P<0.01, ***P<0.001= Indican diferencia estadísticamente significativa.

En el **cuadro 10** se puede observar el efecto sobre los **días al pico de producción**. No obstante el que las vacas fueran **seropositivas** o **seronegativas** al diagnóstico de ***Brucella*** no tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre los **días al pico de producción** (P>0.05).

En cuanto al **Establo**, se observa que el establo **A** presentó un mayor número de **días al pico de producción** que el establo **B**, y en el **Número de parto** las vacas a **1er** parto presentan un mayor número de **días al pico de producción** que en las vacas de **2-3 o más partos**.

Cuadro 11.- Medias de mínimos cuadrados y Error estándar del efecto de ser seropositivo o seronegativo a *Brucella*, Establo y Número de parto sobre la Producción al Pico de Lactación.

| Variables | Producción al Pico de Lactación (lt) | |
|--|---------------------------------------|---|
| | Medias de mínimos cuadrados | Error estándar |
| Dx de <i>Brucella</i> Seropositivo Seronegativo | 30.98 35.20 | 1.80 1.67 * |
| Establo A B | 31.13 35.05 | 1.69 *** 1.77 |
| Número de parto 1 2 3 o más partos | 28.76 34.39 36.11 | 1.77 1.79*** 1.78 *** |

* P<0.05, ** P<0.01, ***P<0.001 = Indican diferencia estadísticamente significativa.

En el **cuadro 11** se puede observar que las vacas con **Dx seronegativo a *Brucella*** tuvieron mayor **producción al pico de lactación** que las vacas con **Dx seropositivo a *Brucella*** (P<0.05).

En relación al efecto del **Establo**, se puede observar que el **establo B** presenta mayor **producción al pico de lactación** en comparación con el **establo A** (P<0.001).

En el caso del **Número de parto**, las vacas de **3er o más** partos presentan una mayor **producción al pico de lactación** en comparación a las vacas de **1º y 2º** parto (P<0.001).

Cuadro 12.- Medias de mínimos cuadrados y error estándar del efecto de ser seropositivo o seronegativo a *Brucella*, Establo y Número de parto sobre la Producción Total.

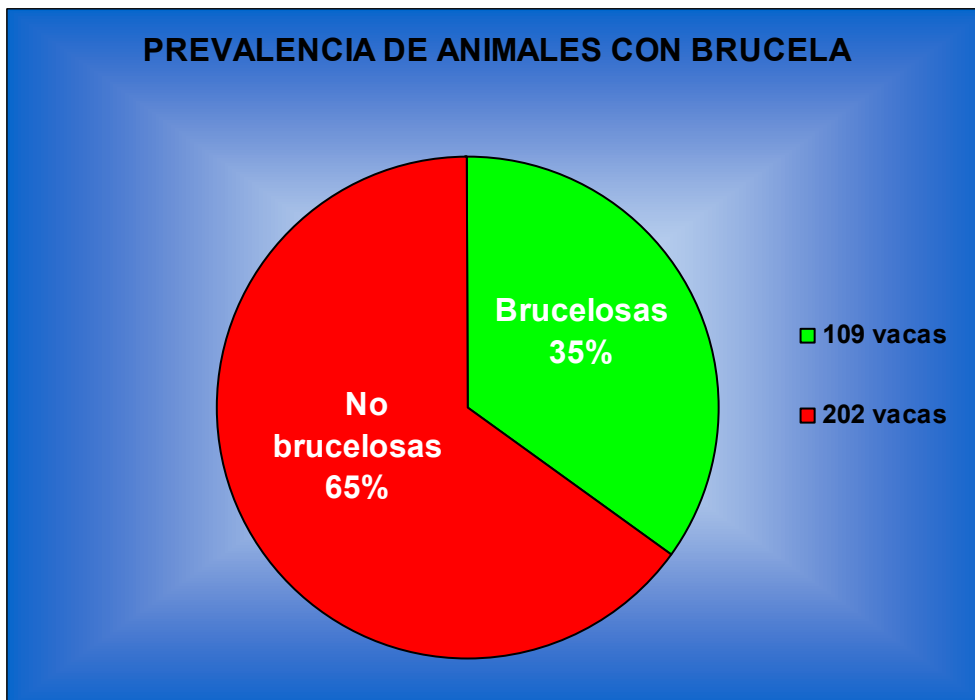
| Variables | Producción Total (lt) | |
|--|---|---|
| | Medias de mínimos cuadrados | Error estándar |
| Dx de <i>Brucella</i> Seropositivo Seronegativo | 5583.35 5908.62 | 426.14 400.70 |
| Establo A B | 6373.02 5118.95 | 402.13 *** 423.78 |
| Número de parto 1 2 3 o más partos | 5131.89 5939.31 6166.76 | 426.24 423.30 ** 425.40 *** |

* P<0.05, ** P<0.01, ***P<0.001 = Indican diferencia estadísticamente significativa.

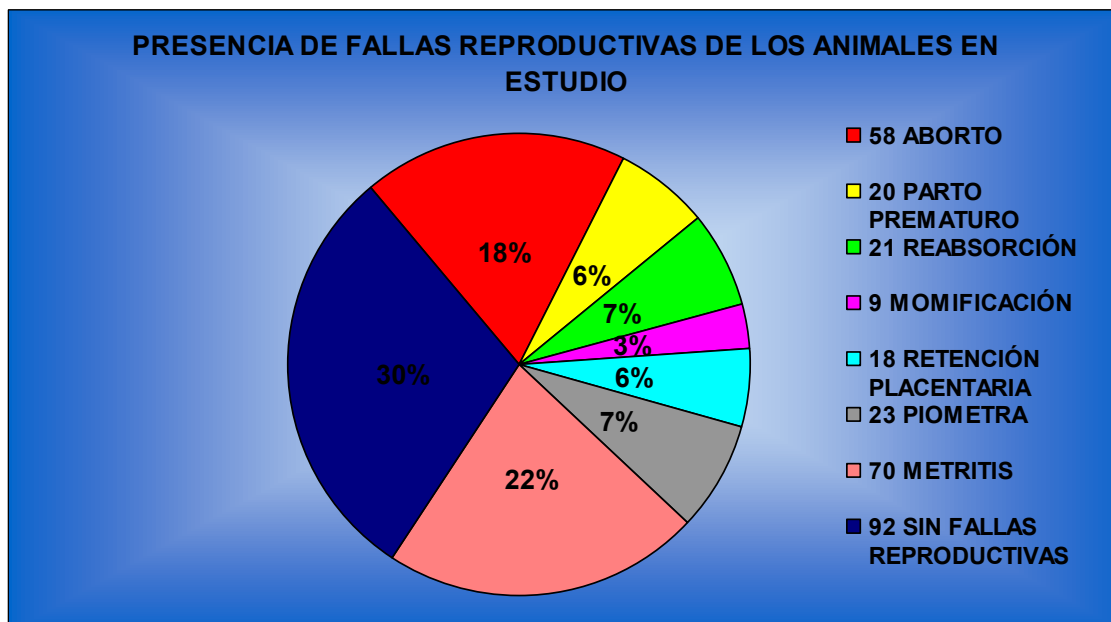
En el **cuadro 12** se puede observar que las vacas con **Dx seropositivo o seronegativo a *Brucella*** no afecto la **producción total** (P>0.05).

En cuanto al **Establo**, el establo **A** presenta mayor **producción total** que el establo **B** (P<0.001).

En el caso de **Número de parto**, las vacas de **3er o más** partos presentaron una mayor **producción total** en comparación con las vacas de **1º y 2º** parto (P<0.01).



GRÁFICA 1.- PREVALENCIA DE ANIMALES CON BRUCELA.



GRÁFICA 2.- PRESENCIA DE FALLAS REPRODUCTIVAS DE LOS ANIMALES EN ESTUDIO

DISCUSIÓN.

Al analizar los resultados obtenidos en el presente trabajo se observó que las vacas positivas a *Brucella abortus*, presentaron las siguientes fallas reproductivas: Aborto, Retención placentaria y Parto prematuro, estos datos concuerdan con los resultados obtenidos por Xolalpa et al. (2003). Además, una prevalencia elevada de estas fallas reproductivas provoca la eliminación de vacas valiosas, y pueden llegar a producirse muertes por metritis tras una retención placentaria. Aproximadamente el 10% de las vacas en los hatos lecheros son eliminadas anualmente por fallas reproductivas y esas vacas no tienen becerros, lo cual representa otra pérdida, y consecuentemente, el ganadero tiene que verse afectado con este impacto económico en su contra, y además, el progreso genético se ve frenado, ya que en un hato con problemas reproductivos, generalmente no se gasta en toros probados con alta diferencia predicha en leche, por tanto, el ganadero insemina con toros de bajo precio por dosis y baja calidad, lo que hace disminuir el progreso genético del hato (Ávila, 1990).

También se observó, que en vacas a 1^{er} parto el aborto se presenta con más frecuencia que en las vacas de 2 ó más partos, lo cual concuerda con Stanchi (2005). Rodríguez y Crespo (2002), mencionan que el aborto se presenta en un 30% aproximadamente de los animales de la explotación con tendencia a disminuir en gestaciones sucesivas, esto es importante debido a que las hembras bovinas enfermas de brucelosis que no abortan, son igual o más peligrosas en cuanto al contagio para otros animales, especialmente cuando se produce el parto.

Se observó, que igual que el aborto, se presenta también con más frecuencia la metritis en vacas a 1^{er} parto y por lo tanto a la edad de 2 años, ya que las secuelas más comunes a los abortos son retención de placenta y posteriormente metritis, de acuerdo a lo mencionado por Radostits (1999), Martínez (2005) y Stanchi (2005). Estas vacas con metritis tienen 1.3 veces más la posibilidad de ser desechadas (Rosas, 2001).

Además, se observó que no hay asociación estadísticamente significativa entre los animales positivos a *Brucella* y Metritis, Piómetra, Momificación y Reabsorción embrionaria, debido a que estos eventos no están relacionados directamente con la enfermedad, ya que las metritis y piómetras son consecuencia de la retención placentaria, las momificaciones se presentan antes de los cinco meses de gestación o antes del último tercio de gestación sin expulsión del producto, al diagnóstico tocológico es una masa sólida en el cuerno del útero con ausencia total de líquido y la reabsorción embrionaria se presenta entre los 35 y 60 días de gestación y retorno a celo, después de la confirmación de la gestación (Xolalpa et al., 2003).

Con respecto a los Parámetros Reproductivos analizados se observó que las vacas positivas a *Brucella* no tuvieron efecto sobre los parámetros Días abiertos y Servicios por concepción, en éste caso, aparentemente la *Brucella abortus* no es la causa definitiva del aumento de días abiertos y del aumento de servicios por concepción, lo cual hace pensar que están involucrados otros factores (alimentación, nutrición, manejo, sanitarios).

Otros parámetros analizados fueron los Productivos en los cuales se observó que los Días al pico de producción, Producción al pico de lactación y Producción total no se vieron afectados estadísticamente ($P > 0.05$) por el que las vacas fueran positivas a *Brucella*, esto concuerda con los resultados obtenidos por Xolalpa et al. (2003), sin embargo se observa que las vacas negativas a *Brucella* tuvieron un efecto estadísticamente significativo sobre Producción al pico de lactación y se observa una mayor producción.

En lo que respecta al Establo, los parámetros Días al pico de producción, Producción al pico de lactación y Producción total, si se ven afectados estadísticamente ($P < 0.05$), esto puede deberse a que el periodo de transición y pico de producción son los periodos de lactación donde ocurre la mayor parte de las enfermedades metabólicas (vacas caídas), y también se ve afectado por factores como nutrición y la condición corporal de los animales, lo cual concuerda con lo descrito por Luján (2001) y Alegre *et al.* (2006); por lo que tenemos en ambos establos A y B aumento en los días para alcanzar el pico de producción, baja producción al pico de lactación y disminución de la producción total.

Por último, el Número de parto tuvo efecto significativo ($P < 0.05$) sobre los Días al pico de producción, sobre la Producción al pico de lactación y Producción total de la lactación. Los días al pico de producción aumentaron en vacas a 1^{er} parto y disminuyeron en los posteriores partos. La producción al pico de lactación es menor en vacas a 1^{er} parto que en vacas con más partos, y lo mismo ocurre en producción total ya que vacas de 1^{er} parto mostraron menor producción por lactancia que las de 2 o más partos. El efecto del número de parto sobre el pico de lactación y producción total se puede atribuir a que las vacas de 1^{er} parto no han terminado su desarrollo corporal y de la glándula mamaria, por lo que primero satisfacen sus requerimiento de mantenimiento y crecimiento y luego los de producción, razón por la cual tienen una menor producción de leche, lo cual concuerda con lo reportado por Osorio-Arce y Segura-Correa (2005). Y el que las vacas de 2 o más partos tengan mayor producción se debe a que esas vacas presentan más madurez productiva y producen aproximadamente el 25% más de leche que las vacas inmaduras o de 1^{er} parto (2 años de edad aproximadamente), de acuerdo a lo descrito por Ensminger (1977) y Davis (1990).

CONCLUSIÓN

Debido al efecto de la Brucelosis sobre las fallas reproductivas: Aborto, Parto prematuro y Retención placentaria, y a que la economía de una explotación lechera depende principalmente del mayor número de partos y producciones lácteas que se obtengan de las vacas, se debe mencionar que para poder mejorar los hatos con *Brucella*, hay que empezar por controlar la enfermedad por medio del: MANEJO, BIOSEGURIDAD, VACUNACIÓN DEL HATO y posteriormente, aplicando estas medidas se pueden identificar bien a los animales positivos a *Brucella* o aquellos que sean fuente de infección para poder eliminarlos e ir bajando la prevalencia de la enfermedad en el hato, lo cual se reflejará en los parámetros reproductivos, fallas reproductivas y en la producción láctea de la explotación.

Por lo tanto, y a causa de estos resultados, es necesario seguir realizando más estudios acerca de la repercusión de esta enfermedad en la economía de las explotaciones, la parametría reproductiva y productiva de los animales positivos a *Brucella* debido a la poca información en México, con la finalidad de controlar el problema de salud animal y de que el productor se de cuenta de la necesidad de eliminar a estos animales positivos a *Brucella* para mantener su hato libre y por consecuencia un mejoramiento en la producción láctea, en los parámetros reproductivos de sus vacas y en la economía misma de la explotación.

REFERENCIAS

1. Acha P., Szyfres B. Zoonosis y Enfermedades Transmisibles Comunes al Hombre y a los Animales. Bacteriosis y Micosis. 3ª ed. Washington, DC: Publicación Científica y Técnica, 2001.
2. Alegre B., Domínguez J., González R., Tejero J., Campos J., Tejerina F., Ghezli A., Abad F. Control reproductivo en ganado vacuno lechero. Factores que influyen sobre la eficacia de la reproducción. Memorias del 4º Seminario Internacional en Reproducción Animal y Producción de Leche y Carne; 2006 febrero 20-21; UAM, Xochimilco, México (DF): UAM, 2006: 35-41.
3. Alton G., Forsyth J. Brucelosis. Medical Microbiology. INRA. 2003; 28: 512-525.
4. Alvarado M. Determinación de la seroprevalencia de Brucelosis bovina en 56 establos de la Cuenca Lechera de Tizayuca, Hidalgo (tesis de licenciatura). Cuautitlán Izcalli (Estado de México) México: FESC-UNAM, 1997.
5. Ávila S. Producción intensiva del ganado lechero. 5ª ed. México (DF): Continental; 1990: 225-226.
6. Barbalarga C. El personal que da de comer. Newsletter agrocefer. Consultado en abril de 2008. Disponible en : <http://www.agrocefer.com/news/070502.htm>.
7. Blasco J. Profilaxis médica de la Brucelosis en los rumiantes: Las vacunas clásicas y las nuevas vacunas. Diagnóstico de Brucelosis Animal. México (DF): E. Díaz y col. Editores, INIFAP/OPS/IICA/Fundación Guanajuato Produce, AC; 2001: 158-179.
8. Blood D. Manual de Medicina Veterinaria. 9ª ed. España: McGraw-Hill Interamericana, 2000: 368-371.
9. Cano L. Manual práctico de manejo del hato lechero (tesis de licenciatura). Cuautitlán Izcalli (Estado de México) México: FESC-UNAM, 2000.
10. Centro de Estadística Agropecuaria. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de ganado bovino en México 1990-2000. México (DF): SAGARPA, 2002.
11. Coordinación General de Ganadería. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México 2005. México (DF): SAGARPA, 2005.
12. Cortés J., Losada H., Soriano R., Vieyra J., Rivera J. Estructura del abasto de leche en la Ciudad de México. Memorias del 3er Seminario Internacional en Reproducción Animal y Producción de Leche y Carne; 2004 febrero 26-27; UAM, Xochimilco, México (DF): UAM, 2004: 56-69.
13. Davis R. La Vaca Lechera. Su cuidado y explotación. México (DF): Limusa, 1990.

14. De la Rosa R., Osnaya G.F., Pérez G.R. Análisis integral de los días abiertos en la eficiencia reproductiva de un hato lechero. Memorias del XXVI Congreso Nacional de Buiatría; 2002 julio 11-13; Acapulco (Guerrero) México. México (DF): 2002: 201.
15. Ensminger M. Producción Bovina para Leche. México (DF): El Ateneo, 1977.
16. Estado de Hidalgo. Enciclopedia de Municipios de México. Consultado en noviembre de 2007. Disponible en: <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/hidalgo/municipios/13069.htm>
17. Flores R.C. Vacunas contra Brucelosis y la vacunación en México. Memorias de IV Foro Nacional de Brucelosis; 2007 noviembre 26-27; FMVZ, UNAM, México (DF): UNAM, 2007.
18. González C. Evaluación de la eficiencia reproductiva en hatos bovinos. Universidad de Zulia. Maracaibo (Venezuela): Facultad de Agronomía, 1984.
19. Hafez E., Hafez B. Reproducción e Inseminación Artificial en animales. 7ª ed. México: McGraw Hill-Interamericana, 2000: 169-171.
20. Hernández L. Evaluación de parámetros reproductivos y producción láctea en vacas Holstein-Friesian sometidas a la abomasopexia en una explotación intensiva (tesis de licenciatura). Cuautitlán Izcalli (Estado de México) México: UNAM, 1994.
21. Herrera E. Programas de control en hatos bovinos lecheros infectados con diferentes prevalencias de brucelosis. Memorias de IV Foro Nacional de Brucelosis; 2007 noviembre 26-27; FMVZ, UNAM, México (DF): UNAM, 2007.
22. Huitrón G.M., Huitrón G.N. Manejo de la Campaña Zoonositaria contra Brucelosis en el Estado de Jalisco. Memorias de IV Foro Nacional de Brucelosis; 2007 noviembre 26-27; FMVZ, UNAM, México (DF): UNAM, 2007.
23. Kouba V. El Comercio Internacional y la Globalización de las Enfermedades Animales. Memorias del 3er Seminario Internacional en Reproducción Animal y Producción de Leche y Carne; 2004 febrero 26-27; UAM, Xochimilco, México (DF): UAM, 2004: 29-39.
24. Leal-Klevezas D.S., Martínez-Vazquez I.O., López-Merino A., Martínez-Soriano J.P. Single-step PCR for detection of *Brucella* spp. from blood and milk of infected animals. J Clin Microbiol 1995; 33: 3087-3090.
25. Luján J. Recomendaciones prácticas para el ganadero. AgroNet. Consultado en abril de 2008. Disponible en: <http://www.agronet.com.mx/cgi/articles/htm>.
26. Luna G.A., Fragoso M.L., Bisser M.P., Lavanniegos S.T. Prevalencia de Brucella abortus en ganado bovino destinado a rastro, en el Municipio de S.L.P. Memorias de XXIII Congreso Nacional de Buiatría; 1999 agosto 18-21; Aguascalientes (Ags.) México. México (DF): 1999: 42-45.

27. Martínez B. Estudio para evaluar la campaña contra la Brucelosis bovina en la Cuenca Lechera de Tizayuca, Hidalgo (tesis de licenciatura). Cuautitlán Izcalli (Estado de México) México: FESC-UNAM, 2005.
28. Noakes D. Fertilidad y Obstetricia del Ganado Vacuno. España: Acribia, 1999.
29. Norma Oficial Mexicana NOM-041-ZOO-1995: "Campaña nacional contra la brucelosis en los animales". Diario Oficial de la Federación. México (DF), 20 de agosto de 1996.
30. Norma Oficial Mexicana NOM-056-200-1995: "Especificaciones técnicas para las pruebas diagnósticas que realicen los laboratorios de pruebas aprobados en materia zoonosanitaria". Diario Oficial de la Federación. México (DF), 13 de octubre de 1997.
31. Ortiz O.G. Programa de control de brucelosis en hatos lecheros. Memorias del 1er Simposio Nacional de Infertilidad en la Vaca Lechera; 2001 noviembre 29-30; Zacatecas (Zac.) México. Universidad Autónoma de Zacatecas; Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia: División Educación Continua, 2001: 89-93.
32. Osorio-Arce M.M., Segura-Correa J.C. Factores que afectan la curva de lactancia de vacas *Bos taurus x Bos indicus* en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo de Tabasco, México. Tec Pec Méx 2005; 43(1): 127-137.
33. Parra M.B. Epidemiología de brucelosis y manejo de hatos infectados en la región lagunera. Memorias de la 8ª Reunión Anual del Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal; 1999 noviembre 16-19. México (DF): CONASA, 1999: 59-63.
34. Posadas E. Las enfermedades abortivas: Su impacto en la ganadería. Memorias del Foro Complejo Abortivo en Bovinos; 2007 octubre 19-20; Puebla (Puebla) México. México (DF): 2007.
35. Quinn P.J., Markey B.K. Microbiología y Enfermedades Infecciosas Veterinarias. España: Acribia, 2002: 197-2001.
36. Radostits O.M. Medicina Veterinaria. Tratado de las Enfermedades del Ganado Bovino, Ovino, Porcino, Caprino y Equino. 9ª ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 1999.
37. Ramírez R., Segura G. Comportamiento reproductivo de un hato de vacas Holstein en el noreste de México. Livestock Research for Rural Development. Consultado en junio de 2007. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd4/2/mexico.htm>.
38. Rebhun W. Enfermedades del ganado vacuno lechero. 1ª ed. España: Acribia, 1999: 623-626.
39. Rivera B. Diagnóstico y epidemiología molecular de Brucelosis. Memorias de IV Foro Nacional de Brucelosis; 2007 noviembre 26-27; FMVZ, UNAM, México (DF): UNAM, 2007.
40. Robies J., Miranda A., Lares F. Aislamiento e identificación de *Brucella sp.* En bovinos positivos a las pruebas de Rosa de Bengala y Rivanol, detectados durante la Campaña de Revacunación 1998, en el Municipio de Cajeme, Sonora. Memorias de XXIII

- Congreso Nacional de Buiatría; 1999 agosto 18-21; Aguascalientes (Ags.) México. México (DF): 1999: 39-41.
41. Rodríguez E., Crespo F. Brucelosis. Zoonosis. II Curso sobre Enfermedades Transmisibles entre los Animales y el Hombre; 2002; Salamanca, México. Facultad de Veterinaria de León; Universidad de León: Secretariado de Publicaciones y Medios Audiovisuales León, 2002: 437-499.
 42. Rodríguez H.G. Vacunación contra Brucelosis: Cepa 19 y Rev-1. Memorias del III Foro Nacional de Brucelosis; 1998 julio 20-21; Acapulco (Guerrero) México. México (DF): 1998: 117-134.
 43. Rosas, N. Uso de prostaglandina y Calendula officinalis en el tratamiento de metritis aguda versus vacas tratadas con oxitetraciclina y prostaglandina f2 α en vacas Holstein Friesian en la Cuenca Lechera de Tizayuca, Hidalgo (tesis de licenciatura). Cuautitlán Izcalli (Estado de México) México: FESC-UNAM, 2001: 22-26.
 44. Salisbury G., Van Demark N., Lodge J., Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los bóvidos. España: Acribia, 1978: 607-626.
 45. Samartino L. Brucellosis Vaccines. Memorias de Brucellosis 2005. Internacional Research Conference; 2005 octubre 15-19; Mérida (Yucatán) México. México (DF): 2005: 31-41.
 46. SAS. SAS/STAT: Guide for personal computers [computer program]. Version 6.06. N.C. (USA): SAS Institute; 1996.
 47. Schroeder C. Brucelosis, diagnóstico y erradicación. Memorias del XXVII Congreso Nacional de Buiatría; 2003 junio 12-14; Villahermosa (Tabasco) México. México (DF): 2003: 29-30.
 48. Schurig G.G. Brucelosis y vacuna de *Brucella abortus* RB51. Memorias del III Foro Nacional de Brucelosis; 1998 julio 20-21; Acapulco (Guerrero) México. México (DF): 1998.
 49. Stanchi N. Microbiología Veterinaria. 1ª ed. Argentina: Inter-Medica, 2005.
 50. Suárez F., Díaz E. La Brucelosis como problema de Zoonosis. Memorias de la 8ª Reunión Anual del Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal; 1999 noviembre 16-19. México (DF): CONASA, 1999: 235-239.
 51. Suárez F., López A. Control de la brucelosis animal y su repercusión en la bioseguridad alimentaria. Memorias de XXVI Congreso Nacional de Buiatría; 2002 julio 11-13; Acapulco (Guerrero) México. México (DF): 2002: 130-153.
 52. Tórtora P. J. Brucelosis en ovinos. Memorias del VI Seminario de Producción de Ovinos en el Trópico; 2008 marzo 07; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México (DF): 2008: 142-149.

53. Wood P.D.P. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*. 1967; 216:164-165.
54. Xolalpa V., Pérez M., García C. Factores asociados a eventos de falla reproductiva de los bovinos hembras del Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca (CAITSA), Hidalgo México, durante el período de 2000 a 2001. *Rev. Salud Anim.* 2003; 25:129-137.
55. Xolalpa V., Pérez M., Soto C.R. Asociación de la prevalencia de brucelosis con eventos de falla reproductiva e indicadores de eficiencia productiva y reproductiva. *Rev. Salud Anim.* 2003; 25:196-200.