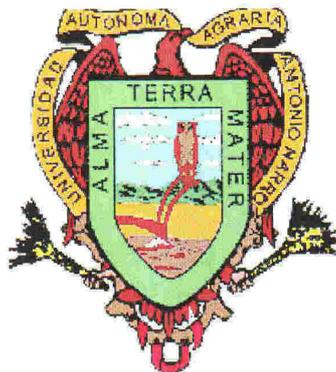


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



EPIDEMIOLOGIA DE LA BRUCELOSIS EN EL ESTADO  
DE OAXACA

POR

EMIGDIO MOLINA CÓRDOVA

MONOGRAFÍA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL

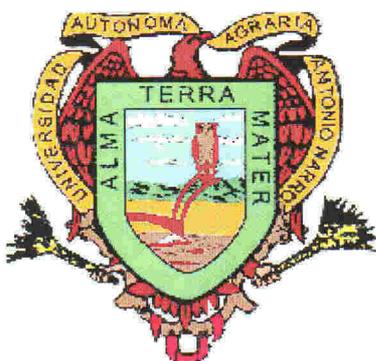
TITULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

MARZO 2010

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**EPIDEMIOLOGIA DE LA BRUCELOSIS EN EL ESTADO  
DE OAXACA**

POR

**EMIGDIO MOLINA CÓRDOVA**

**APROBADO POR EL COMITÉ**

**MC. JOSÉ LUIS COVARRUBIAS CASTRO**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

**MC. JOSÉ LUIS FCO SANDOVAL ELÍAS**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL**

**DE CIENCIA ANIMAL**

**COORDINACION DE LA DIVISION  
REGIONAL  
CIENCIA ANIMAL**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**MONOGRAFÍA**

**EPIDEMIOLOGIA DE LA BRUCELOSIS EN EL ESTADO DE**

**OAXACA**

**MC. JOSÉ LUIS COVARRUBIAS CASTRO**

**PRESIDENTE**

**MVZ. RODRIGO I. SIMÓN ALONSO**

**VOCAL**

**MC. JOSÉ LUIS FCO SANDOVAL ELÍAS**

**VOCAL**

**DR. FCO GERARDO VELIZ DERAZ**

**VOCAL SUPLENTE**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero que nada le doy gracias a Dios por haber dado vida y salud para poder culminar mis estudios satisfactoriamente y haberme dado fe y confianza en mí mismo cada día de mis 5 años de estudio ¡Gracias Dios Mío!

Al MC. José Luis Covarrubias Castro, ya que como mi asesor puso su mejor empeño y dedicación para la realización de la presente monografía.

A mi compañero MVZ. Víctor José Víctor Sánchez Mijares por su apoyo incondicional para que yo pudiera realizar esta monografía satisfactoriamente.

## **A MI ALMA TERRA MATER**

Por haberme abierto sus puertas durante 5 años y a todos mis profesores que contribuyeron en mi formación profesional.

## **A MIS COMPAÑEROS**

A mi grupo sección “E” generación 2001 – 2006, en especial a los Médicos Veterinarios Zootecnistas Elizabeth, Alonso Núñez, Mario Bustamante, Roberto Miguel y Arturo Rascón con los cuales compartí momentos gratos y difíciles en los cuales ellos estuvieron conmigo siempre apoyándome, gracias por su amistad.

## **DEDICATORIAS**

### **A MIS PADRES**

María Cristina Córdoba Rosales y Gasparin Molina Zonco

Les doy gracias a mis dos orgullos más grandes que tengo por darme la vida, que me educaron y me brindaron todas sus experiencias para que pudiera ser la persona que soy, agradezco a Dios por tenerlos con vida a mi lado, sin ellos este anhelo nunca hubiera sido posible, gracias por su confianza y por apoyarme en cada momento de la carrera.

### **A MIS ABUELOS**

Gracias por sus bendiciones, por los consejos que me brindaron ya que me sirvieron de mucho y especialmente en su apoyo incondicional, porque siempre se preocuparon por mí, Dios los bendiga siempre.

### **A MIS HERMANOS**

Maydali, Josefa y Gelacio, por su presencia, por haberme apoyado en mi carrera, en los momentos que más lo necesitaba por eso quiero compartir y disfrutar este momento con ellos.

## Índice

I.- Resumen .....	1
III. Introducción .....	2
II.- Objetivo .....	3
IV. Historia de la epidemiología .....	3
V. Epidemiología y medicina veterinaria preventiva .....	4
VI. Brucelosis.....	11
6.1 Sinonimias.....	11
6.2 Antecedentes de la brucelosis.....	11
6.3 Conceptos de brucelosis .....	12
6.4 Agente etiológico.....	12
6.5 Importancia.....	13
6.6 Taxonomía .....	14
6.7 Morfología, cultivo y características de crecimiento .....	15
6.8 Patogenia .....	16
6.9 Periodo de incubación .....	18
6.10 Signos clínicos .....	18
6.11 Lesiones macroscópicas y microscópicas.....	19
6.11.1 Transmisión horizontal .....	20
6.11.2 Transmisión vertical .....	20
6.12 Métodos de diagnóstico .....	21
6.12.1 La prueba de tarjeta .....	21
6.12.2 Prueba de rivanol .....	22
6.12.3 Prueba de Anillo en Leche .....	23
6.12.4 Reacción de Fijación del Complemento (R.F.C.) .....	24
6.12.5 Aislamiento de la bacteria .....	24
6.12.6 Diagnóstico bacteriológico .....	24
6.13 Estrategia para el control y erradicación de brucella.....	25
6.14 Prevenir la transmisión de la enfermedad .....	26
6.14.1 Manejo al momento del parto.....	26
6.15 Calendario de muestreo .....	27
6.16 Vacunas .....	27
6.16.1 Vacuna con cepa 19 .....	28

6.16.2 Vacuna con cepa RB-51 .....	28
6.17 Campaña nacional contra la brucelosis .....	30
Tabla 3 Situación actual de la campaña nacional contra la brucelosis.....	31
VII. Importancia de la actividad ganadera en Oaxaca .....	32
VIII. Aspectos generales de la ganadería bovina en el estado .....	33
IX. Marco geográfico del estado localización nacional y límite del estado .....	33
X. Norma Oficial Mexicana .....	35
XI.- Conclusión .....	37
XII. Bibliografía .....	37

### **Índice de figuras**

Figura 1 Situación actual de la Campaña Nacional contra la brucelosis .....	30
Figura 2 Marco geográfico del estado .....	34

### **Índice de tablas**

Tabla 1 Interpretación de resultado ribanol .....	22
Tabla 2 Interpretación de resultados anillo en leche .....	23
Tabla 3 Situación actual de la campaña nacional contra la brucelosis.....	31

## I.- Resumen

La Brucelosis afecta enormemente a la economía del estado y del país, debido a las pérdidas económicas que ocasiona al tener que sacrificar a los animales afectados, además constituye un serio problema de salud pública. Nos encontramos con una grave problemática pues esta enfermedad nos impide como país el explotar nuestro ganado a otros países afectando a muchos productores y comerciantes, cabe mencionar que esta enfermedad es un problema serio en la salud pública porque es zoonótica esto perjudica la venta y el consumo en nuestro mismo país, en el Estado de Oaxaca el trayecto aun es largo debido a la falta de información en productores de traspatio así como falta de asesoramiento técnico y clínico a los mismos.

**Palabras claves:** Brucelosis bovina, Brucella abortus.

# **EPIDEMIOLOGIA DE LA BRUCELOSIS EN EL ESTADO DE OAXACA**

## **II. Introducción**

El estado de Oaxaca se localiza al sur en la república mexicana, sus coordenadas extremas son: al norte 18° 39' y al sur 15° 39' de latitud norte y al este 93° 52' y al oeste 98° 32' de longitud oeste. Representa el 4.8 % de la superficie total del país. Colinda al norte con el estado de Puebla y Veracruz, al este con el estado de Chiapas, al sur con el océano pacífico y al oeste con el estado de Guerrero.

Desde hace muchos años, se comenzaron a observar cambios en las formas de producción animal, dados fundamentalmente por la búsqueda de optimizar la productividad animal y enfocar el sector pecuario como empresa. Esta perspectiva, se notó con mucha mayor claridad en especies como aves y cerdos, pero hoy en día prácticamente no existen explotaciones animales que no se estén proyectando en esa dirección.

La ganadería bovina ocupa el primer lugar en el estado de Oaxaca en cuanto a inventario ganadero y aportación económica se refiere dentro de las especies mayores; de acuerdo al anuario estadístico del inegi 2005, Oaxaca cuenta con 1'738,808 cabezas de bovinos, 321,205 cabezas de caprinos y 258,357 cabezas de porcinos.

Esas condiciones, fueron obligando a que los patrones tradicionalmente clínicos (individuales) del médico veterinario, particularmente en las especies de importancia económico-alimentaria, se fueran haciendo más poblacionales y han requerido, aún inconscientemente, cada vez más del apoyo del enfoque epidemiológico.

### **III.- Objetivo**

Determinar y evaluar la prevalencia de la brucelosis, sus problemáticas en cuanto la realización de la campaña en el estado de Oaxaca, de acuerdo a los datos y estadísticas ya preestablecidas, así como ver la patología de la brucelosis para ampliar nuestro conocimiento sobre tal enfermedad.

### **IV. Historia de la epidemiología**

Epidemiología es la ciencia integradora de diversas temáticas y cuya acentuación está en el prevenir efectos sanitario-productivos indeseables, en poblaciones animales que: a) disminuyan o detengan la productividad, o b) provoquen sufrimiento físico a los animales (este último objetivo ha estado tomando mucho énfasis en los países desarrollados). La explicación a esta transformación de la proyección de las acciones veterinarias, principalmente en el sector de los animales de importancia alimentaria-económica y en los últimos años también en los de interés afectivo, se ha debido principalmente a:

1.- El control (disminución de la morbilidad y mortalidad), de las enfermedades infecciosas por vacunaciones junto al uso terapéutico de antibióticos y otras drogas, han provocado una disminución del impacto de las enfermedades infecciosas Básicas. Al mismo tiempo, se ha estado produciendo un incremento relativo de las enfermedades no infecciosas, en las cuales se incorporan complejos multicausales poco comprendidos, que afectan la productividad animal o la salud pública (50).

2.- La intensificación de la industrialización pecuaria ha hecho que las enfermedades de la producción se hagan más relevantes, que las enfermedades clínicas habituales, en las cuales tradicionalmente se ha considerado a los agentes infecciosos como la causa principal.

3.- Ciertas técnicas clásicas de control de ciertas enfermedades infecciosas no han logrado producir su erradicación total, seguramente por relaciones ecológicas causales desconocidas, como por ejemplo lo que informa Mcinmey (1987 a), en Inglaterra, sobre la aparición esporádica de casos reaccionantes de tuberculosis bovina, a pesar de las pruebas tuberculínicas y eliminación de positivos (32).

4.- Cada vez más se ha ido haciendo necesaria la evaluación económica de las enfermedades, puesto que hay que justificar ante los organismos financieros, frente a la comunidad y frente al dueño de los animales, cual es el uso que se hará de los dineros o en que se invertirá. Ello ha obligado a incorporar tecnologías administrativo-económicas en el curriculum del médico veterinario y en el futuro será necesario incorporar elementos que ayuden a los propietarios de animales a satisfacer sus potenciales necesidades.

## **V. Epidemiología y medicina veterinaria preventiva**

Como ya se ha esbozado, la disciplina epidemiológica está relacionada por definición con el proceso de enfermedad en poblaciones animales. El objetivo básico de los estudios epidemiológicos es ver la forma y medios como reducir la frecuencia de la enfermedad en dichas poblaciones y como evitar que se produzcan aumentos imprevistos de esa frecuencia. Por ello, es que la epidemiología tiene como fundamento el enfoque preventivo en medicina veterinaria (34).

La investigación en epidemiología veterinaria se realiza con metodologías prestadas de otras disciplinas. Como ejemplo a lo anterior, Schwabe (1982) describe la reciente transferencia de metodologías desde la salud pública y otras disciplinas hacia la epidemiología veterinaria, tales como el empleo del riesgo relativo, tablas de vida, riesgo atribuible y otras técnicas relativas a investigaciones de brotes epidémicos y seguimiento intensivo. Otras investigaciones

epidemiológicas incorporan los análisis de series de tiempos variadas técnicas de análisis multifactorial, que también han sido tomadas de otras disciplinas científicas, tales como por ejemplo el manejo como afecta a la mortalidad en terneros (37).

Por lo anterior, no es de extrañar que los actuales profesores e investigadores de epidemiología veterinaria, hayan tenido su origen en la salud pública, en todos los países del mundo. Por otra parte, tampoco es de extrañar la mirada un poco sorprendida de algunos académicos y profesionales, frente a estos Individuos que se dicen epidemiólogos y se entrometen tomando parte de sus áreas propias de estudio, trabajo e investigación (36).

Al respecto, una interpretación personal del crecimiento exponencial de esta disciplina epidemiológica en los últimos años, sería porque viene a cumplir una función relacionada que integra diversos enfoques y metodologías científico-tecnológicas, frente a la enfermedad animal. Por ello, así como es fundamental estudiar con precisión y detalle ciertas disciplinas microbiológicas, parasitológicas, etc., también es necesario tener personas con visión holística, es decir epidemiológica, del problema de salud animal, siendo ambas necesarias y orientadas al mismo fin. Ambas formas de enfrentar las situaciones en el campo, deben conjugarse en el médico veterinario que ejerce la profesión, como también en los académicos, que sin perder su identidad temática, deben sentirse formando parte de un intrincado sistema de relaciones (38).

En general, el enfoque de la estrategia epidemiológica y medicina preventiva, se puede visualizar desde dos vertientes distintas, que en muchos casos se interconectan entre sí, ellas son:

**a) Epidemiología cualitativa:** Estudia la ecología de la enfermedad o también la llamada historia natural de la enfermedad, cuales son las vías de transmisión, como se mantienen los agentes biológicos y las infecciones en los animales, etc. La base de estos trabajos reside en las observaciones que se hagan en el terreno mismo, tanto en animales enfermos y sanos como en el manejo alimentario, reproductivo y sanitario. En este campo, es necesario reconocer el aporte insustituible de la microbiología en la identificación de los agentes de enfermedades infecciosas, en donde aún queda mucho por conocer (41).

En este sentido, todo lo que ayude a explicar cómo se produce la enfermedad es de interés epidemiológico, de ahí que disciplinas como zoología, ecología, anatomía, parasitología, bioquímica, microbiología, etc., son de interés epidemiológico, puesto que pueden ser parte de la respuesta al problema sanitario-productivo (13).

**b) Epidemiología cuantitativa:** Incorpora los Estudios Observacionales, Modelos y Evaluaciones del Impacto Económico de las enfermedades en los animales, mencionando tres puntos (51).

#### 1.- Estudios observacionales

Se diseñan para identificar los factores que pueden estar determinando una enfermedad, investigando su presentación natural, en lugar de experimentación. Algunos de ellos son Prevalenciales (corte transversal), Casos y Controles (en general retrospectivos) y de cohortes (prospectivos o de incidencias). El supuesto básico de estos estudios es que las enfermedades tienen etiologías multifactoriales, involucrando en su presentación a la interacción entre los factores, con diferentes intensidades (5).

Estos estudios se sustentan en la información que se genera en el campo de la sanidad y producción animal; al respecto, los sistemas tradicionales de información en salud animal se han generado en los Servicios de Salud Animal de los gobiernos, quienes manejan las enfermedades de importancia nacional, particularmente aquellas que por ley deben informar. También muchos sistemas gubernamentales manejan diagnósticos de laboratorio y publican sus resultados

en forma periódica. Por otra parte, se cuenta con la información de mataderos, jardines zoológicos, registros prediales, resultados de exámenes de laboratorio en escuelas de medicina veterinaria, etc. A nivel internacional y en el mismo sentido, la Oficina Internacional de Epizootias (OIE) entrega información de la mayoría de los países del mundo, y particularmente en América del Sur, se cuenta con información periódica del Centro Panamericano de Fiebre Aftosa (5).

El campo de la creación de registros de bases de datos epidemiológicos, es el que ha sufrido un mayor crecimiento en los últimos años y queda mucho por desarrollar y poner en práctica.

A modo de ejemplo, tal es el caso del National Animal Health Monitoring System (NAHMS) en Estados Unidos de América, que a mediados de 1988 ya estaba incorporando siete estados. Este sistema de información consiste en la generación de un listado aleatorio de productores basado en el tamaño y tipo de la explotación, a quienes se les contacta y se les explica el programa, solicitándoseles su participación; una vez que el productor acepta, el médico veterinario del sistema lo visita personalmente para una explicación más detallada de las necesidades y beneficios. Los antecedentes a recolectar se refieren en forma detallada a datos demográficos, situaciones de salud animal, costo de enfermedades y costos para prevención. A los productores no se les pide diagnóstico de enfermedades, sino que describan signos de ellas y una vez al mes reciben la visita del veterinario del sistema, quien revisa la información, registra los datos en una forma estandarizada y los remite a la oficina federal local (18).

Así como el anterior, en varios otros países del mundo se han estado implementando servicios de información de salud animal, como es el caso de Malasia (3). También Australia posee el Sistema de Información Nacional de Enfermedades Animales (ANADIS), que cuenta con una red de computadores interconectados, que empezaron con brucelosis y tuberculosis y al que se le fueron incorporando resultados de laboratorio, bancos de sueros y estudios de salud y productividad (39). Dinamarca por su parte, también posee un muy buen

sistema de vigilancia epidemiológica y seguimiento de la procedencia de los animales, a partir de información de mataderos en cerdos (59).

En esta área de los estudios observacionales, se están depurando una serie de métodos para precisar y profundizar la observación de datos de salud animal. Es así como Hugh-Jones (1985) presentó el uso de los sensores remotos y satélites en epidemiología, técnicas que se pueden ir adaptando a las necesidades de censos animales y conocimiento de ciertas áreas con presencia de trematodos, mosquitos, etc. (25).

## 2.- Modelos

Los modelos matemáticos han servido en epidemiología para simular mecanismos de control en sistemas de producción animal afectados por enfermedades, junto con el impacto sobre la productividad del rebaño y las consecuencias económicas (30).

En general, la mayoría de los modelos se han desarrollado para controlar enfermedades del ganado tales como el ejemplo de Habtemarian et al, (1988) usando *Schistosoma* y *Trypanosoma*, el de Curtis et al, (1988), en que comparan diferentes modelos para analizar los efectos de grupos, en rebaños lecheros o el de Galligan et al (1988) en el que aplican la programación lineal multiobjetivo, para lograr las metas reproductivas en programas sanitarios de bovinos de leche (19).

Los llamados sistemas expertos y el desarrollo de la inteligencia artificial, son modelos que en su formulación incorporan la opinión, de especialistas (7). Los sistemas expertos se desarrollaron inicialmente como ayuda para el diagnóstico clínico, como fue el caso del diagnóstico diferencial de la tos en el canino; como también se pueden usar para predecir la dinámica de enfermedades en poblaciones, como es el caso del sistema experto desarrollado por Gettinby (1987), que predice la transmisión y mantención de la Fiebre de la Costa Este, a través de varios parámetros de huéspedes y parásito (40).

El campo de los modelos de enfermedades crónicas y de entidades no infecciosas, esta recién en sus inicios, así como también los modelos productivos animales. Tanto estos, como los estudios observacionales, se podrán mejorar mucho, en la medida que se perfeccione la información básica que permita análisis, no solamente con una sofisticada metodología que ya existe, sino que sustentada en registros más precisos de la realidad (7).

3.- La Epidemiología en las evaluaciones del impacto económico de enfermedades sanitario productivas animales: Según Howe (1988), la epidemiología veterinaria y la economía tienen propósitos comunes, puesto que ambas están interesadas en la búsqueda de la eficiencia. Es en este sentido que a continuación deseo ofrecer algunos conceptos que grafiquen en parte la interrelación epidemiología-economía sin incursionar en mayores profundidades en un tema que corresponde a especialistas en la materia.

Por parte epidemiológica, se trata entonces de entender las formas de evitar y controlar lo que se llama "enfermedad", que afecta el proceso de transformación y por lo tanto se pierde algo del valor. Por parte de la economía, el conocimiento del proceso de transformación es esencial, porque les permite identificar y medir las variables que se ven afectadas en el curso de la toma de decisiones. En términos muy simples, lo que es esencial desde el punto de vista económico es ser precavido con el uso de los recursos y manejar el siguiente modelo básico de relaciones: (32).

Por lo tanto, desde este punto de vista, las enfermedades interfieren con los recursos disponibles (pasto, trabajo, suelo, etc.), con lo cual se impide lograr el producto deseado en cantidad y calidad (lana, carne, leche, etc.). Con esta perspectiva se hace más fácil comprender la concepción epidemiológica de causalidad, siendo de esta forma considerado como factor causal a cualquier factor que afecte el proceso de transformación de los recursos en productos.

Estos efectos negativos en el proceso de transformación, llevan al primer concepto básico de pérdidas por enfermedad, que son las llamadas pérdidas directas. En dichas pérdidas directas existen unas fáciles de estimar puesto que son atribuibles al propio sistema productivo, tales como abortos, muertes y decomisos y otras más complejas de estimar como son reducciones de producción de leche, infertilidad o ganancia de peso.

También existen las llamadas pérdidas indirectas, que afectan otras partes del sistema y también los beneficios de las personas, como por ejemplo: efectos sobre la salud pública (durante los meses de Enero-Mayo de 1989 en el Reino Unido, los problemas de mayor impacto en la opinión pública han sido de salmonelosis en huevos, listeria en quesos y esteroides en carnes, acarreando sus repercusiones incluso a la salida de un ministro de salud pública), efectos sobre exportaciones (reales o potenciales) o de restricciones al desarrollo ganadero (31).

En síntesis, en esta relación estrecha entre enfermedad animal-economía y concordando en gran medida con lo reseñado por McInerney (1987), son tres los elementos que hay que precisar:

- a) Las enfermedades animales son indeseables porque disminuyen las posibilidades de la personas de un mejor bienestar.
- b) El control de las enfermedades es en sí misma una actividad económica y por lo tanto debe enfocarse también en una dimensión de análisis económico-financiero y con las herramientas y la preparación de especialistas.
- c) Para abordar los costos de las enfermedades animales, se debe tener en consideración que son pérdidas evitables y no trabajar en condiciones de situaciones ideales imposibles de alcanzar (32).

## **VI. Brucelosis**

### **6.1 Sinonimias**

Enfermedad de Bang, aborto infeccioso y aborto epizoótico (12).

### **6.2 Antecedentes de la brucelosis**

El curso de la brucelosis en la historia de la humanidad ha sido tratado por varios autores, quedando muy bien definido. Brawer y Lehment entre 1878 a 1880 determinaron el carácter infeccioso de los abortos en bovinos. Bruce en 1887 señaló que la Fiebre de Malta del hombre la producía una pequeña bacteria, cuando logra aislar por vez primera el agente etiológico al cual llamo “micrococcus melitensis” (6). Bang y Stribolt en 1896 lograron comprobar que el aborto infecciosos en las vacas, lo causaban una bacteria que denominaron –Bacillus infectiosi-. En 1897 se produce un importante avance en el diagnóstico serológico de la enfermedad una vez que Wright y Smith refieren las aglutinaciones específicas en sueros sanguíneos de los enfermos. Zammit en 1905 informa que las cabras transmiten la enfermedad al hombre – surge el concepto de zoonosis- a partir del consumo de la leche infectada. Traum en 1914 pone al descubierto la etiología del aborto epizoótico del cerdo. Evans en 1918 comprueba el intimo parentesco entre el Micrococcus melitensis y el Bacillus abortus, estos resultados junto con los de Meyer y Shaw en 1920 permitió agrupar a estos microorganismos en un solo género bacteriológico –Brucella- y denominarlos Brucella melitensis y Brucella abortus (5).

Se conocen seis especies con sus correspondientes biotipos. Recientemente se produjo un aislamiento de una cepa de mamíferos marinos (26).

### **6.3 Conceptos de brucelosis**

La brucelosis es una enfermedad de curso, que causa abortos, disminución de la producción láctea, alargamiento del periodo interparto, e infertilidad (17). El género *Brucella* está formado por bacterias parásitas intracelulares facultativas. Existe una preferencia marcada por el huésped animal, se ha encontrado que *B. abortus* infecta normalmente al ganado bovino, *B. melitensis* se relaciona mas con cabras y borregos, *B. suis* con cerdos, *B. canis* infecta perros, *B. ovis* causa infección específicamente a borregos y *B. neotomae* a roedores. El hombre es susceptible a cualquiera de las cuatro primeras especies, ya que se considera que *B. ovis* y *B. neotomae* poseen baja virulencia que las restringe solo a ciertos huéspedes (27). En años recientes, el amplio espectro de huéspedes de *Brucella* se ha ampliado a incluir a los mamíferos marinos, donde se ha realizado el asilamiento de *Brucella* a partir de una amplia variedad de focas, leones marinos, delfines y ballenas, en las costas de diferentes continentes en lo que de manera no oficial forman un grupo denominado *B. maris*, distinguiéndose dos tipos: el formado por cepas provenientes de cetáceos y el de las cepas aisladas de focas (15).

Es una enfermedad que primordialmente afecta a los animales y que incidentalmente se transmite al humano (36).

### **6.4 Agente etiológico**

La brucelosis es una enfermedad infecciosa de los animales que se transmite al hombre constituyendo una zoonosis (45).

*Brucella* es el nombre genérico con el que se denomina a un de pequeños cocos y cocobacilos gramnegativos aeróbicos, inmóviles y de crecimiento lento. Se reconocen tres especies clásicas que producen la brucelosis humana; *Brucella melitensis* afecta fundamentalmente a cabras y ovejas, pero puede afectar a bovinos y cerdos. Es la responsable de la gran mayoría de casos en España,

ocasionando además los de mayor gravedad. *Brucella abortus* es el microorganismo implicado con mayor frecuencia en la brucelosis bovina y es poco frecuente en nuestro país. *Brucella suis* afecta primariamente al ganado porcino. Las tres especies menores (*B. canis*, *B. ovis* y *B. neotomae*) no revisten importancia en patología humana (46).

El agente causal de la brucelosis es la bacteria *Brucella* spp. Se trata de un cocobacilo, aeróbico, gran negativo. Infecta en forma primaria a los animales (16).

Varias circunstancias hacen a *Brucella* especial desde el punto de vista patogénico. En primer lugar, la virulencia de *Brucella* no va ligada a los factores de virulencia clásicos de otros gérmenes; exotoxinas o endotoxinas; en segundo lugar, *Brucella* consigue invadir y persistir en el interior de las células mediante la inhibición de los mecanismos celulares de muerte celular programada (apoptosis). La infección tiene lugar por contacto, consumo o inhalación de material infectado. La contaminación de las mucosas se sigue de su fagocitosis, dos componentes de su superficie relacionados con los receptores de histidina, se relacionan con el proceso de internalización de *Brucella*. De los gérmenes fagocitados un 15-30% sobreviven en los lisosomas gracias a la inhibición en los polimorfonucleares de los sistemas mieloperoxidasa, peróxido de hidrogeno y superóxido dimutasa de Cu-Zn; se inicia así, su replicación sin afectar la integridad celular, lo que explica las diferencias entre sensibilidad antibiótica *in vitro* e *in vivo*. Además el lipopolisacárido liso de su superficie inhibe la activación de la vía alternativa del complemento (53).

## **6.5 Importancia**

La lucha contra la brucelosis se basa en cuatro aspectos fundamentalmente: El conocimiento de la enfermedad, el diagnóstico correcto, a vacunación y la eliminación de los animales positivos con un único destino: sacrificio (45).

Las brucellas spp., son patógenos intracelulares que invaden y proliferan dentro de la célula huésped; su virulencia se asocia con la capacidad de multiplicarse al ataque de las células fagocíticas. Debido a la localización intracelular, el control de la infección requiere una célula mediada por la respuesta inmune, en la que el brazo con células T ayudante de tipo (Th1) es pertinente para la protección. Como en muchas otras bacterias Gram-negativas, el liposacárido es un componente importante de la membrana externa. El liposacárido tiene tres dominios: el lípido A, núcleo oligosacáridos, y el antígeno O o cadena lateral. La estructura completa de Brucella liposacárido no se ha dilucidado aún, pero se sabe de que el lípido A se compone de glucosamina, ácido tetradecanoico n, ácido n-hexadecanoico, 3-ácido hidroxitetradecanoico, y de ácido 3 hidroxihexadecanoico (54).

## **6.6 Taxonomía**

Considerando el gran grado de homologación (>90% de todas las especies). El análisis del ácido nucleídeo de 16S del ribosoma (16S rRNA), la composición lipídica y ciertos aspectos de su fisiología y biología general sitúan a brucella dentro de la subdivisión 2 de la Clase Proteo Bacteria, en la que están también otros patógenos intracelulares animales (riquetsias), así como destacados patógenos y endosimbiontes de vegetales (Agrobacterium y Rhizobium). En la familia brucellae ha sido propuesta un genero mono-especifico en el cual debe considerarse todos las biovariedades de B. Abortus (56).

Reino: Proteobacteria

Clase: Rodospirilla

Orden: Rizobial

Familia: Brucellae

Género: Brucella

Especies: *B. abortus* (bovinos), *B. melitensis* (cabras), *B. suis* (cerdos), *B. canis* (perros), *B. ovis* (ovejas) y *B. neotomae* (roedores) (53).

### **6.7 Morfología, cultivo y características de crecimiento**

La brucella es una bacteria cocobacilo gran negativo intracelular facultativo, al microscopio se observa liso o rugoso, movilidad no forma esporas y sin capsula. Esta mide de 0.6 a 1.5  $\mu\text{m}$  de largo por 0.5 a 0.7  $\mu\text{m}$  de ancho, normalmente no muestra tinción bipolar. Las colonias son circulares, mide de 2 a 4 mm. De diámetro, no requiere dióxido de carbono y de moro 3 a 5 días a 37° C para que se desarrollen (22).

Para su crecimiento son indispensables las vitaminas tales como: tiamicina, niacina y biotina el partotenato de ácido tiene con frecuencia un efecto estimulante (18).

Las características bioquímicas más importantes son: catalasa positiva, oxidasa generalmente positiva, (excepto *brucella neotomae* y *ovis* que son oxidasa negativa), hidrolizan la urea en grado variable, reducen los nitratos a nitritos (excepto *brucella ovis*, no utilizan el citrato, no producen indol y son negativas a las pruebas del rojo de metilo y vogues-proskaur. Son gérmenes aeróbicos estrictos, *brucella abortus* necesitan que se añada de 5 a 10% de anhídrido carbónico, la temperatura óptima es de 37° C y su pH es de 6.7 – 7.4 (6).

Normalmente es susceptible a gentamicina y tetraciclinas. La mayoría también es susceptible a los antibióticos siguientes: ampicilina, cloramfenicol, eritromicina y estreptomycin. La supervivencia de brucella en el medio ambiente requiere de varios factores tales como la temperatura, humedad y pH, en condiciones de sequía solo sobrevivirán si están contenidas en material proteico; en condiciones óptimas, sobrevivirán 120 días en mantequilla y en membranas fetales. A brucella puede sobrevivir en orina, fetos abortados, exudados uterinos, en aguas estancadas, en tejidos congelados 14 días y en suelo húmedos hasta 100 días (20).

## 6.8 Patogenia

El bovino se infecta con la Brucella por vía digestiva al lamer materiales contaminadas como los fetos abortados, placenta etc., o por alimentos, leche, agua contaminados con la bacteria. La bacteria invade el organismo y son fagocitadas por los macrófagos y distribuida a los órganos linfoides donde pueden persistir. La infección por brucella abortus ocurre principalmente a través de las mucosas orales, respiratorias, conjuntivales. La replicación es en gran parte intracelular y ocurre especialmente dentro de los macrófagos. Desde los ganglios locales B. abortus se esparce vía sanguínea a varios órganos, tiene predilecciones por el útero grávido, ubre, testículos, glándulas mamarias y sistemas retículo-endotelial (17).

Si la vaca está preñada la bacteria invade la placenta produciendo una severa placentitis e invasión fetal ocasionando el aborto mayormente después del quinto mes de la gestación. Una consecuencia del aborto es la retención de la placenta con la subsiguiente metritis e infertilidad (4).

La acción bactericida se divide en dos partes: pre-fagocíticas y post-fagocítica.

La fase pre-fagocítica: donde la bacteria se expone a factores séricos (anticuerpos específicos, proteínas no inmunoglobulinas brucelidas), que son encontradas en suero bovino normal. En individuos inmunizados los anticuerpos juegan un papel importante en la expulsión de la brucella abortus (25)

La fase post-fagocítica: donde los microorganismos pueden quedar expuestos a la acción bactericida intracelular como la formación de peróxido, superóxido de hidrogeno, alienación por la el sistema mieloperoxidasa-peróxido de hidrogeno haluros, cationicas y enzimas digestiva. Desafortunadamente en el caso de cepas virulentas de B. abortus los procesos bactericidas intracelulares puede evitarse mediante la liberación de factores de virulencia bacterianos (26).

El eritritol, sustancia producida por el feto y capaz de estimular el crecimiento de esta bacteria, está presente en forma natural en su máxima concentración en placenta y líquido fetal, siendo posiblemente la mayor responsable de que la infección se localice en estos tejidos. Así tenemos que:

a) La infección en vacas ocurre por invasión linfonodulos retromamarios si las vacas se encuentran gestantes, posteriormente se produce una bacteriemia periódica que produce una infección en útero y placenta, la mayoría de las vacas abortan una vez, de forma excepcional dos o tres veces. Al producirse la invasión del útero grávido, las lesiones comienzan a manifestarse en la pared del órgano, pero como la luz del órgano es prontamente ocupada, se produce una endometritis ulcerosa grave de los espacios intercotiledonarios. Posteriormente son infectados tanto líquidos fetales, como cotiledones placentarios provocando la destrucción de las uniones caruncula-cotiledon. Al provocarse la necrosis de estas uniones se produce la muerte del feto debida a la multiplicación acelerada de la bacteria en placenta y útero, esto interfiere con el suministro de oxígeno y nutrientes de la madre al producto, esto provoca agonía fetal, y dependiendo de su desarrollo, el producto puede llegar a término o finalmente morir. El feto puede permanecer muerto en el útero alrededor de 24 a 72 horas, iniciando un proceso de autólisis que producirá endotoxinas secundariamente a la muerte del feto. El aborto se produce principalmente en los últimos tres meses de gestación. El feto no presenta lesiones patognomónicas, pero es común encontrar bronconeumonía. La placenta se observa edematosa con lesiones inflamatorias y cotiledones necrosados (4).

b) El curso de la infección en macho es similar que en hembras, solo que en ellos se infectan los testículos y glándulas accesorias por la presencia de eritritol, el cual se produce en el epidídimo (4).

Entre las vías de eliminación de bacterias (brucella) se tienen.

— Cubiertas fetales, líquido amniótico, con gran cantidad de gérmenes.

- Excrementos de animales de recién nacidos, se excretan durante varias semanas.
- Secreciones vaginales luego del aborto.
- La leche, vía de importancia para la transmisión de la enfermedad.
- Puede haber secreciones en heces y secreciones nasales en pequeñas cantidades (6).

### **6.9 Periodo de incubación**

Esto produce gran confusión ya que es muy variable. Puede ser desde 10 días a 7 meses o hasta un año dependiendo de la vía de invasión y la dosis de infección. Las vacas en el último trimestre de gestación son las más susceptibles y tienen un periodo de incubación más corto. Cuando un animal recibe una dosis muy alta de organismos, el período de incubación es menor. Una vez infectada, en un 80% de los casos la infección se localiza en la ubre y produce una disminución de la producción láctea en un 20 a 22%. El animal más susceptible es el hato es la vaquilla gestante, no vacunada (51).

### **6.10 Signos clínicos**

Dependerán del estado inmunológico del hato. Hembras gestantes no vacunadas son altamente susceptibles de presentar aborto después del quinto mes de gestación, son secuelas frecuentes del aborto la retención placentaria y la metritis fibrinosa purulenta. Las infecciones mixtas pueden producir metritis aguda con septicemia y muerte consecutiva o bien crónica seguida de esterilidad. La bacteria produce inflamación del alantocorión, interfiere con la circulación hacia el feto y pasa endotoxinas que posteriormente causan la muerte del feto y expulsión. La placenta se observa difusa y gruesa, los cotiledones con áreas de necrosis, el feto edematoso y con petequias, contenido estomacal turbio. La infección en la ubre es común e intermitente (1).

En machos presentan orquitis unilateral o bilateral con presencia de abscesos, inflamación del epidídimo y órganos accesorios reproductivos. Pueden estar afectados uno o ambos sacos escrotales presentando tumefacción aguda y dolorosa, aumento de hasta dos veces su tamaño normal, aunque los testículos no se encuentran aumentados de tamaño. La tumefacción es persistente y los testículos experimentan necrosis por licuefacción quedando finalmente destruidos. Los machos afectados pueden quedar estériles, pero pueden seguir siendo febriles si solo se ve afectado un testículo. Pero siguen siendo propagadores de la enfermedad (1).

### **6.11 Lesiones macroscópicas y microscópicas**

Los animales infectados con brucella generalmente desarrollan granulomas, lesiones inflamatorias como las que frecuentemente se encuentran en tejido linfoide y órganos reproductores, útero y nódulos linfáticos. Las lesiones presentes no son signos patognómicos y podría observarse lo siguiente: placentitis, alteraciones testiculares palpables (orquitis y epididimitis con granulomas subsecuentes, vesiculitis seminal y prostatitis), mastitis aguda con los nódulos palpables y la producción de leche grumosa y acuosa; pueden ocurrir algunos abortos, los productos pueden tener un exceso de fluidos de sangre en cavidades del cuerpo, con bazo agrandado y/o hígado, los cotiledones de las membranas fetales presentan una necrosis y pierden su apariencia sanguínea, algunos otros infectados parecen normales (58).

### **6.12 Modos de transmisión**

Se puede transmitir por vía oral, conjuntival, aérea, cutánea, venérea, alimentos y potreros contaminados, agua contaminada, secreciones, fetos abortados, neonatos infectados, etc. Por consiguiente, en la mayoría de las circunstancias, la ruta primaria de diseminación de brucella es la placenta, fluidos del feto y descargas vaginales expelidas por vacas infectadas después del aborto

o parto. La excreción de los organismos de la vagina se prolonga durante 2 a 3 meses generalmente. El derramamiento de brucella también es común en secreciones de la ubre y semen, y se pueden aislarse de varios tejidos, como nódulos de la linfa de la cabeza, y a veces de las lesiones artríticas. Las infecciones persistentes de la glándula mamaria y linfa llevan a un constante derramamiento intermitente de los organismos en el ordeño en lactaciones subsiguiente, proporcionando una fuente importante de infección para el hombre y animales jóvenes (14).

#### **6.11.1 Transmisión horizontal**

Los modos de infección son directos o indirectos. Se pueden infectar animales directamente por aerosoles o por captación de material infectado. Otro modo de infección es por consumo de pasturas, cuando los animales sanos e infectados pastan juntos o por contacto con premisas contaminadas, estiércol, fómites etc., el macho generalmente secreta la brucella en el semen. Sin embargo cuando se usan para monta natural, el riesgo de que los machos transmitan la enfermedad a hembras susceptibles parece ser bajo. Se ha demostrado en forma experimental que el embrión puede ser un método de transmisión; los perros pueden ser vectores mecánicos y biológicos de la transmisión de la brucelosis en distancias cortas (11).

#### **6.11.2 Transmisión vertical**

Provocada por la infección dentro del útero. Situación que constituye uno de los principales problemas en los planes de erradicación de esta enfermedad, ya que si el producto se infecta dentro del quinto mes de gestación y no es abortado; los epitopos de la bacteria eran reconocidos como propios por el sistema inmune provocando que las pruebas diagnósticas convencionales sean incapaces de identificarlos, por lo que este individuo juega el papel de portador asintomático (11).

## **6.12 Métodos de diagnóstico**

El diagnóstico de la brucelosis se realiza mediante la utilización de distintos métodos, los que de acuerdo con las características de la enfermedad. El diagnóstico de brucelosis en bovinos, caprinos, ovinos y porcinos, se realiza muestras de suero sanguíneo, leche, líquidos corporales y muestras de tejidos, mediante pruebas inmunológicas, estudios bacteriológicos u otros que sean autorizados por la secretaria. Las pruebas inmunológicas establecidas para especies lisas son: la prueba de tarjeta y rabanal, fijación del complemento y prueba de anillo en leche; la prueba de inmunodifusión doble. La prueba de tarjeta y la de anillo en leche, podrán ser realizadas por un médico veterinario oficial o aprobado, o bien, por un laboratorio aprobado (27).

### **6.12.1 La prueba de tarjeta**

- Recomendada internacionalmente para la prueba de brucella en rumiantes
- Identificación de anticuerpos circulantes en sangre.
- Con muestra de suero sanguíneo no hemolizado.
- Con antígeno autorizado por la Secretaria, que reúna las siguientes características:
  1. Elaborado con la cepa 1119-3 de Brucella abortus
  2. Teñido con rosa de bengala amortiguando con ácido láctico.
  3. pH 3.65 (+/- 0.05)
  4. Concentración celular 8% bovinos
  5. Concentración celular 3% caprinos y ovinos.

Tiene una sensibilidad de 92.1% es una prueba rápida y sensible (35).

Interpretación de resultado a la prueba de tarjeta

- (-) = No aglutinación
- (+) = Cualquier tipo de aglutinación

### 6.12.2 Prueba de rivanol

Esta prueba consta de dos fases: la primera consiste en la precipitación de las proteínas, con excepción de la IgG, utilizando una solución de Rivanol y positivos a tarjeta. Solución de rivanol (lactato de 2-etoxi-6,9- diaminoacridina), por lo tanto el Rivanol sirve para separar las IgG de las IgM detectando así el mismo tipo de anticuerpo que el 2-ME y la segunda estriba en una aglutinación rápida empleando antígeno de aglutinación en placas, especial para esta prueba, antígeno elaborado con la cepa 1119-3 de brucella abortus que tiene las siguientes características: teñido con una mezcla de verde brillante y cristal violeta; pH 5.8-6.2, concentración celular del 4% (1).

Tabla 1 Interpretación de resultado rivanol

Volumen µl	Dilución	Interpretación
0.80	1:25	Positiva
0.40	1:50	Positiva
0.20	1:100	Positiva
0.10	1:200	positiva

Se consideran positivos, todos aquellos sueros de animales no vacunados que presente reacción de aglutinación completa en cualquiera de las diluciones, desde 1:25 a 1:400.

Esta menor concentración celular determina una mayor sensibilidad que compensa la dilución al 50% del suero, ocasionada por la previa adición del Rivanol (1).

### 6.12.3 Prueba de Anillo en Leche

Esta prueba se debe practicar en muestras de leche cruda, fluida y fresca, realizándose con antígeno para la prueba de anillo en leche cepa *Brucella abortus* 1119-3 a una concentración de 4.5% teñido con hematoxilina, con un pH 6.8-7.0.

- Altamente sensible
- No es útil en leche de cabras ni borregas
- No se utiliza para leche pasteurizada

El antígeno se une con el anticuerpo formando un complejo junto con los glóbulos de grasa (52).

Interpretación de resultados anillo en leche

Las aglutininas contenidas en la leche al agregarse una suspensión de *Brucella* coloreada; en caso de reacción positiva, se aglutinan en el primer momento y después se enlazan a los corpúsculos de grasa para formar en la superficie un anillo de crema coloreado, cuando la reacción es negativa no cambia su aspecto de la columna, tiñéndose totalmente (44).

Anillo de crema	Columna de leche	Resultado
Azul	Blanca	Positivo
Blanco	Color homogéneo	Negativo
Ligeramente coloreado	Mismo color	Sospechosa

Tabla 2 Interpretación de resultados anillo en leche al formarse en la superficie una coloración color azul.

Factores que afectan resultados anillos en leche

- Excesiva o insuficiente de crema
- Agitación excesiva

- Tiempo excedido mayor a 72 hrs
- Temperatura mínima de 4°C
- Recipiente en malas condiciones
- Proporción de leche y antígeno utilizados en la prueba

En estos últimos años la Prueba de Anillo ha sido objeto de numerosos trabajos y aporta un interés práctico indiscutible (29).

#### **6.12.4 Reacción de Fijación del Complemento (R.F.C.)**

Esta prueba de diagnóstico es la que presenta mayor sensibilidad 95% y especificidad 70% para el diagnóstico de brucelosis, pero requiere de mucho tiempo y equipo para su realización, por lo que se recomienda como prueba confirmatoria ante resultados dudosos (9).

La prueba de fijación del complemento se debe realizar con sueros no hemolizados que hayan resultado positivos a las pruebas de tarjeta y/o rabanal. Para la prueba se empleará antígeno, preparado con la cepa 1119-3 de brucella abortus. Con un pH 6.8-7.0 a una concentración de 4%, los positivos serán aquellos en los que obtenga títulos mayores a 1/16 en frío o mayores a 1/8 en caliente (41).

#### **6.12.5 Aislamiento de la bacteria**

Es el único método inequívoco para el diagnóstico de brucelosis en rumiantes es basado en el aislamiento de bacterias de brucella puede hacerse por medio de un examen microscopio de descargas vaginales, placenta, fetos abortados, bazo y nódulos linfáticos (2).

#### **6.12.6 Diagnóstico bacteriológico**

Los exámenes bacteriológicos son obviamente de uso más restringido, a pesar de brindar un diagnóstico irrefutable válido para la confirmación de la brucelosis.

Con materiales más convenientes para la investigación bacteriológica se señalan los fetos (contenido estomacal y corazón especialmente), envolturas fetales, secreciones vaginales, leche, semen, incluso fluidos obtenidos de higromas. Los procedimientos bacteriológicos son caros y dan respuestas a más largo plazo, además, no siempre se obtiene éxito, por lo que de un programa de control se utilizan esporádicamente, cuando se requiere de estudios epizootiológicos más profundos con vistas a definir situaciones complejas o para la investigación de los denominados rebaños problemas (46).

### **6.13 Estrategia para el control y erradicación de brucella**

El dispositivo para el control de una zoonosis envuelve todas las medidas diseñadas para la reducción de la incidencia y predominio de una enfermedad en una población animal definida. La principal estrategia seleccionada será la reducción de infección en el animal y población, esto tendrá un impacto de la enfermedad en salud humana. Subsecuentemente los pasos pueden incluir erradicación de una región por prueba y matanza, para prevenir reintroducción de la enfermedad. La expresión erradicación se ha usado para significar la extinción de un agente infeccioso, de acuerdo en esto la erradicación no se complementa si un solo agente infeccioso sobrevive en cualquier parte de la naturaleza. El significado del término se ha modificado con el tiempo y el significado más común de erradicación en práctica veterinaria se refiere a la extinción regional de un agente infeccioso (55).

La palabra eliminación se ha creado para identificar una situación intermedia. La eliminación se refiere a la reducción en la incidencia de la enfermedad debajo del nivel logrado por el dispositivo, para que ningún caso ocurra, aunque el agente infeccioso puede persistir. La eliminación es la tarea para la mayoría de los programas llevados a cabo en hatos con brucelosis en rumiantes (55).

Se acepta que antes de que un programa de zoonosis se diseñe y se lleve a cabo, debe establecerse un sistema de vigilancia que arroje datos validos coleccionados en el campo. El propósito principal del sistema de vigilancia será de determinar el predominio de la enfermedad, para que las medidas apropiadas puedan tomarse. Una vez establecido un sistema de vigilancia exacto y alimentado con datos validos coleccionados del campo, el progreso, impacto, suficiencia y eficacia de un programa puede evaluarse continuamente (8).

#### **6.14 Prevenir la transmisión de la enfermedad**

Se recomienda que haya un plan estricto, distinto para cada hato infectado, firmado por el dueño y veterinario responsable. El plan debe de ser utilizado como guía y sometido a revisiones según el progreso hecho en el hato para erradicar la brucelosis (28).

##### **6.14.1 Manejo al momento del parto**

- Es el punto más crítico en el manejo del hato
- División del hato en grupo pequeños (separación de vacas de vaquillas)
- Aislamiento al momento del parto (parideros individuales)
- Mantener limpias, secas y desinfectadas las aéreas de parto
- Restricción de vacas recién paridas (hasta que se descargue la placenta y mantenerlas en el hospital, si es posible, hasta 10 días después del parto)
- Recolección inmediata de placenta y fetos abortados (incineración).
- Vaquillas de recría (no dar a las becerras calostro o leche de vacas reactoras, identificar y desechar hijas de vacas reactoras)
- Evitar al máximo la presencia de perros en el establo (8)

### **6.15 Calendario de muestreo**

Muestreos rutinarios son críticos para el crecimiento rápido de un plan de manejo. Un programa de muestreo debe de ser ajustado para satisfacer las necesidades según el riesgo dentro del hato. El veterinario debe de clasificar los animales basados en los resultados sanguíneos y sus conocimientos del comportamiento de la brucelosis en el hato (26).

- Prueba de anillo de leche para el monitoreo de hatos negativos (mensuales) y los hatos positivos se muestrean por sangre.
- Muestreos sanguíneos de todo el hato (vacas en producción, secas, vaquillas gestantes de más de 4 meses) con intervalo de 30 días mientras se encuentran rectoras. Cuando ya no se encuentran rectoras en los corrales de producción, se puede extender un poco el muestreo de estos grupos.
- Muestreos sanguíneos de grupos especiales (vacas secas, abortadas, sospechosas, expuestas a un aborto o parto, en producción de 4-7 meses gestantes) cada 15 días si el riesgo lo dicta.
- Muestreo de vaquillas abiertas (un muestreo entre 10-15 meses) antes de inseminar
- Muestreos de reemplazo (todo reemplazo debe de ser asilado, muestreado y vacunado antes de que entre el hato) (26).

La inmunidad del hato se incrementa principalmente mediante la vacunación (38).

### **6.16 Vacunas**

Todas las vacunas utilizadas en la campaña serán constatadas y autorizadas por la Secretaria debiéndose probarse cada lote producido conforme a las disposiciones de la misma. En la campaña se deben de utilizar vacunas vivas, atenuadas y liofilizadas, para prevenir la brucelosis en bovinos, caprinos y ovinos. Todas las vacunas deben aplicarse por vía subcutánea (48).

En México el productor decide si utiliza Cepa 19 o Cepa RB-51, sin embargo, se recomienda el uso de ambas cepas, la tendencia es utilizar RB-51 para no tener problemas de interferencia con los diagnósticos y si es necesario poder revacunar las hembras (28).

#### **6.16.1 Vacuna con cepa 19**

Vacuna con cepa 19 en dosis clásica para prevenir la enfermedad en becerras de 3 a 6 meses de edad, y otras para hembras mayores de 6 meses, incluso gestantes, denominada vacuna de dosis reducida.

- La vacuna clásica para becerras de 3 a 6 meses de edad debe contener por lo menos  $1 \times 10^{10}$  UFC de brucella por cada mililitro de vacuna reconstituida
- Las becerras clásicas para becerras de 3 a 6 meses de edad, deben de ser vacunadas con 5 ml de vacuna cepa 19 en dosis clásica, lo cual representa un mínimo de  $5 \times 10^{10}$  UFC de Brucella.
- La vacuna cepa 19 en dosis clásica no debe utilizarse en hembras mayores de 6 meses, ni menores de tres meses de edad.
- La vacuna cepa 19 en dosis reducida se debe aplicar a hembras mayores de 6 meses de edad, aun gestantes.
- Esta última puede aplicarse en hembras a partir de los 18 meses en el caso de que hayan sido vacunadas con la dosis clásica a la edad de 3 a 6 meses. También puede aplicarse en hembras mayores de 6 meses que no recibieron la vacuna con dosis clásicas.
- La vacuna cepa 19 en dosis reducida, debe contener un título de  $3 \times 10^8$  a  $3 \times 10^9$  UFC de Brucella por cada dosis, equivalente a 2 ml (28).

#### **6.16.2 Vacuna con cepa RB-51**

La vacunación con la cepa RB-51 es preferida más que la cepa 19 ya que no produce anticuerpos que confunde los resultados de las pruebas sanguíneas.

Estudios han demostrado que la cepa RB-51 tiene la misma eficacia en las becerras y adultas en una dosis reducida, puede producir menos abortos en las vacas gestantes.

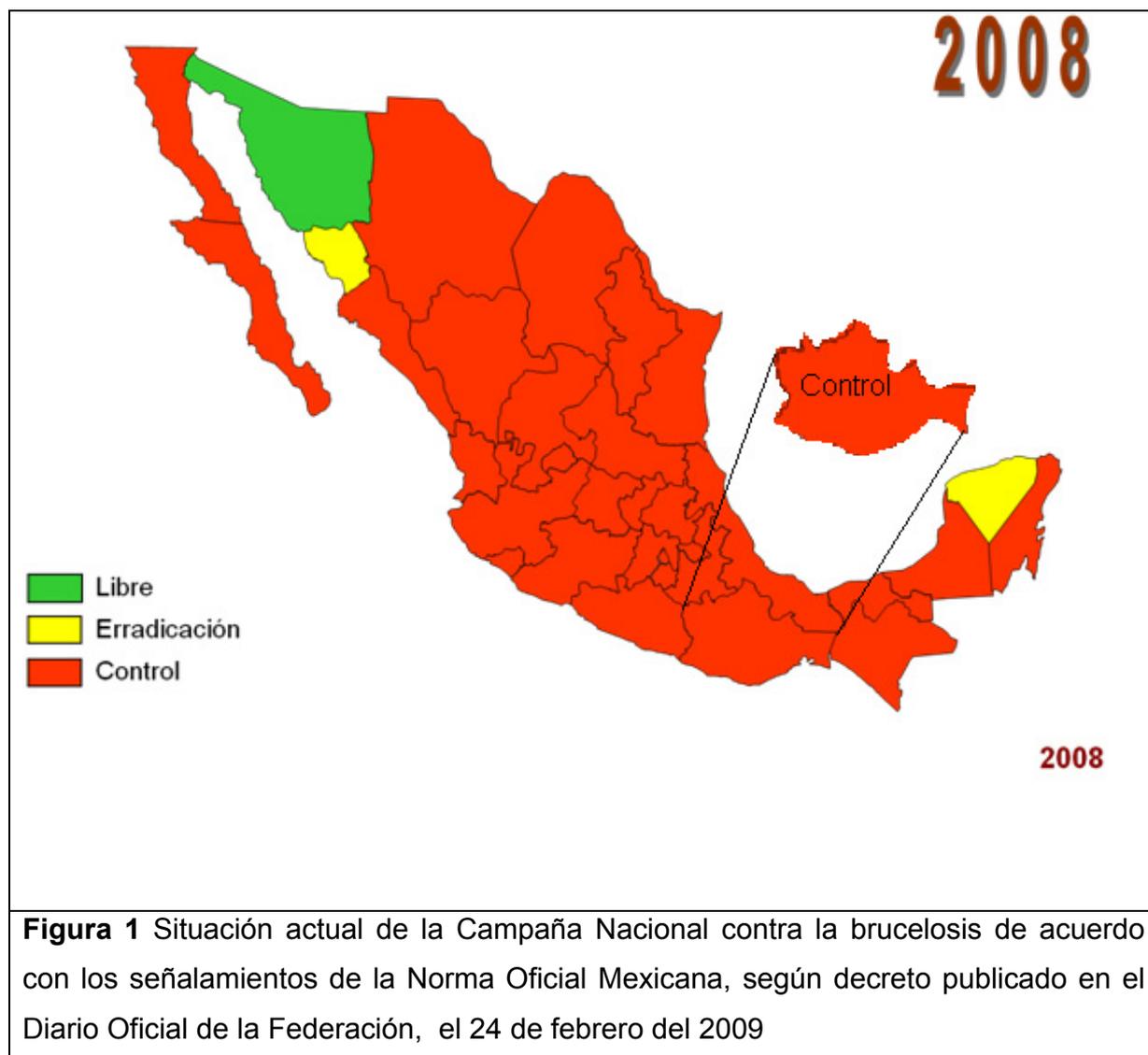
- La vacuna de dosis completa para becerras de 5 a 6 meses de edad, debe contener 10-34 millones de organismos que equivale 2 ml.
- Revacunar a la edad de 11-12 meses con cepa RB-51, dosis completa.
- La vacuna de dosis reducida para ganado adulto, debe tener 1-4 organismos que equivale 2 ml. Se aplica en revacunación anual del ganado (en producción, seco y vaquillas próximas al parto) (8).

#### Desecho o segregación de animales infectados

Mediante los muestreos sanguíneos del hato, se hace la determinación de la situación reproductiva y productiva de los animales serológicamente positivos a brucella.

- Desecho de los animales serológicamente positivos
- Identificación de los animales positivos con el uso de arte distinto color al empleado en el hato
- Segregación de animales, en dos hatos, el hato “negativo” y el hato “positivo” (34).

## 6.17 Campaña nacional contra la brucelosis de los animales



**Figura 1** Situación actual de la Campaña Nacional contra la brucelosis de acuerdo con los señalamientos de la Norma Oficial Mexicana, según decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 24 de febrero del 2009

**Tabla 3 Situación actual de la campaña nacional contra la brucelosis**

<b><i>Libre</i></b>	<b><i>Erradicación</i></b>	<b><i>Control</i></b>	
Norte de Sonora	Sur de Sonora	Aguascalientes	Michoacán
	Yucatán	Baja California	Morelos
		Baja California Sur	Nayarit
		Campeche	Nuevo León
		Coahuila	Oaxaca
		Colima	Puebla
		Chiapas	Querétaro
		Chihuahua	Quintana Roo
		Distrito Federal	San Luís Potosí
		Durango	Sinaloa
		Guanajuato	Tabasco
		Guerrero	Tamaulipas
		Hidalgo	Tlaxcala
		Jalisco	Veracruz
		México	Zacatecas

## **VII. Importancia de la actividad ganadera en Oaxaca**

La ganadería bovina ocupa el primer lugar en el estado de Oaxaca en cuanto a inventario ganadero y aportación económica se refiere dentro de las especies mayores; de acuerdo al anuario estadístico del inegi 2005, Oaxaca cuenta con 1'738,808 cabezas de bovinos, dentro de las cuales se contempla el sistema producto bovino leche. En el año 2005 se reportaron las siguientes cifras: la económica pecuaria (especies mayores y menores), en la entidad fue de 14'131,284 miles de pesos, de los cuales la ganadería bovina aportó 10'731,326 miles de pesos, equivalente a 75.94 % (43).

Se trasladó hacia afuera de la entidad un total de 199,014 cabezas de ganado bovino y entraron sólo 138,591, por lo que se presentó un déficit en el balance de este sistema producto pecuario; hubo una producción de leche de ganado bovino de 140,148 miles de litros que aportan un total de 815,152 miles de pesos.

Por lo anterior se consideró necesario realizar un estudio profundo del sistema producto bovinos leche en el estado de Oaxaca que permitiera caracterizarlo en forma integral, detectar la problemática en cada uno de sus eslabones de la cadena productiva leche de bovino, plantear las alternativas de solución a su problemática, ubicar las oportunidades de negocios dentro del sistema y plantear las sinergias de los programas necesarios para impulsar el desarrollo de la ganadería bovina productora de leche en el estado, bajo un proceso armónico para cuidar la conservación del medio ambiente y recursos naturales (43).

El sistema producto pecuario bovinos leche en el estado de Oaxaca se encuentra desarticulado en casi todos sus eslabones de la producción, lo que ha limitado su desarrollo; por ejemplo, los productores primarios no logran apropiarse de una parte del valor agregado de sus productos y subproductos, no logran la adquisición de insumos y servicios a precios de mayoreo (lo que se llama

economías de escalas) no se capacitan en los diferentes aspectos que exige la producción de leche, además de que desaprovechan las oportunidades de negocios de este sistema producto pecuario como el caso referido a la elaboración y comercialización del queso tipo Oaxaca y otros subproductos de la leche, por citar algunos (10).

### **VIII. Aspectos generales de la ganadería bovina en el estado**

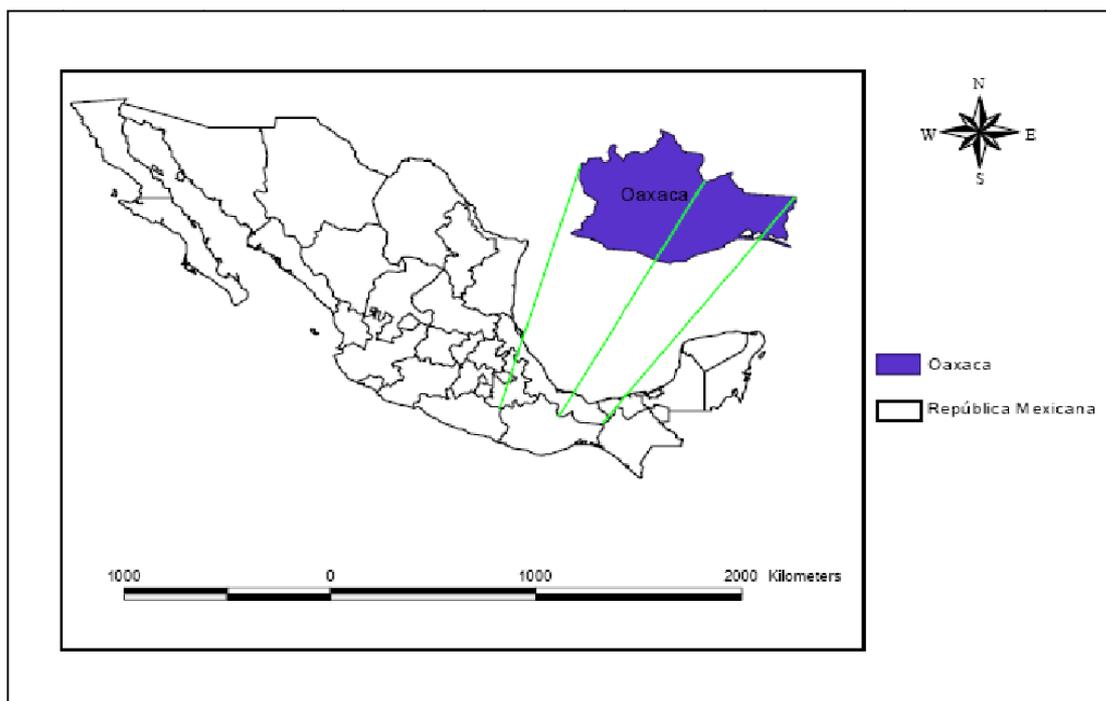
Según las estadísticas reportadas por el Inegi en el Anuario Estadístico del 2005; el inventario ganadero de Oaxaca se compone por 1'738,808 cabezas de ganado bovino, 321,205 cabezas de caprinos y 258,357 cabezas de porcinos. El valor de la producción de la población ganadera en el estado de Oaxaca es de 10,731,326 miles de pesos; por lo tanto, se concluye que la ganadería bovina es la de mayor aportación económica en el sector pecuario del estado. En cuanto al sacrificio de cabezas al año en el estado de Oaxaca se tienen las siguientes estadísticas: 337,834 cabezas de ganado bovino. Por otro lado, el estado de Oaxaca produce 140,148 miles de litros de leche; en cuanto a pieles se refiere produce un total de 16,256 toneladas., la leche de bovino aporta 815,152 miles de pesos; las pieles aportan 324,540 miles de pesos (10).

### **IX. Marco geográfico del estado localización nacional y límite del estado**

El estado de Oaxaca se localiza al sur en la República Mexicana, sus coordenadas extremas son: al norte 18° 39' y al sur 15° 39' de latitud norte y al este 93° 52' y al oeste 98° 32' de longitud oeste. Representa el 4.8 % de la superficie total del país. Colinda al norte con el estado de Puebla y Veracruz, al este con el estado de Chiapas, al sur con el océano Pacífico y al oeste con el estado de Guerrero. La siguiente figura muestra la localización a nivel nacional del estado de Oaxaca, así como sus colindancias con otros estados. Figura 3.1.- localización nacional del estado de Oaxaca. El límite político del estado de Oaxaca

se encuentra recientemente modificado en la parte este en las colindancias con el estado de Chiapas; se ha decretado que la porción de territorio que se encontraba en litigio entre el estado de Oaxaca y Chiapas se ha resuelto a favor del estado de Oaxaca; por lo que el límite estatal de Oaxaca más reciente es el que se ilustra a continuación. La superficie del estado de Oaxaca antes de la actualización era de 9'281,069.92 hectáreas; tomando en cuenta la resolución del límite político del estado, la superficie actual es de 9'293,693.8537 o sea una diferencia de 12,623.9337 hectáreas (24).

Figura 2 Marco geográfico del estado localización nacional y límite del estado



## **X. Norma Oficial Mexicana**

08-20-96 NORMA Oficial Mexicana NOM-041-ZOO-1995, Campaña Nacional contra la Brucelosis en los Animales. Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

ROBERTO ZAVALA ECHAVARRIA, Director General Jurídico de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, con fundamento en los artículos 1o., 3o., 4o. fracción III, 8o., 12, 13, 21, 22, 31, 32 y 33 de la Ley Federal de Sanidad Animal; 1o., 38 fracción II, 40, 41, 43 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 35 fracción IV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 12 fracciones XXIX y XXX del Reglamento Interior de esta Dependencia, y

### **Considerando**

Que es función de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural fomentar la producción pecuaria y consecuentemente cuidar la prevención, control y erradicación de las plagas y enfermedades que como la brucelosis, afectan a la ganadería nacional tanto en su nivel de producción, como en la calidad de sus productos; y de igual manera, coordinarse con la Secretaría de Salud para promover las acciones de prevención y control de enfermedades transmisibles al hombre, como es el caso de esta enfermedad.

Que la brucelosis es una enfermedad infectocontagiosa de origen bacteriano que afecta a las diferentes especies, principalmente bovina, caprina, ovina y porcina; además de que es de las zoonosis más importantes de nuestro país.

Que la transmisión de esta enfermedad puede realizarse a través de la ingestión de leche o sus derivados procedentes de animales enfermos, cuando la leche no ha sido pasteurizada en forma adecuada, pudiendo también transmitirse a través del contacto con animales infectados en las prácticas rutinarias del campo.

Que es una enfermedad de curso crónico y en algunos casos de presentación epizootica en las explotaciones, ocasionando grandes pérdidas económicas a la ganadería nacional al producir abortos, disminución de la producción láctea, alargamiento del periodo interparto del ganado, rompimiento de las líneas genéticas, infertilidad y esterilidad; en el caso de salud pública, gastos por enfermedad y asistencia médica de las personas afectadas, disminución de la capacidad laboral, indemnizaciones y mortalidad.

Que para elevar la producción y mejorar la calidad sanitaria de los productos de origen animal, es necesario establecer un control estricto sobre la brucelosis, tendiente a su erradicación en las especies bovina, caprina, ovina y porcina, que permita a la ganadería nacional desarrollarse en mejores condiciones sanitarias.

Que al controlar y erradicar la brucelosis en los animales, se eliminará la fuente de infección para el humano, situación que ha sido demostrada en varios países a través de campañas de prevención, control y erradicación de la brucelosis.

Que para alcanzar los objetivos señalados en los párrafos anteriores, con fecha 8 de noviembre de 1995, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-041-ZOO- 1995, Campaña Nacional contra la Brucelosis en los Animales, iniciando con ello el trámite a que se refieren los artículos 45, 46 y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, por lo que con fecha 1o. de julio de 1996, se publicaron las respuestas a los comentarios recibidos en relación a dicho Proyecto, a través del mismo órgano informativo.

Que en virtud del resultado del procedimiento legal antes indicado, se modificaron los diversos puntos que resultaron procedentes y por lo cual, se expide la presente Norma Oficial Mexicana, NOM-041-ZOO- 1995, denominada CAMPAÑA NACIONAL CONTRA LA BRUCELOSIS EN LOS ANIMALES.

## **XI.- Conclusión**

De acuerdo con los datos recaudados sobre la prevalencia de la brucelosis en el Estado de Oaxaca, debido a la gran población de zonas rurales y pequeños productores, hay una gran prevalencia de la brucelosis por la falta de equipo, capacitaciones y disponibilidad de parte de los productores y autoridades para realizar la Campaña contra la brucelosis como se debe de ejecutar de acuerdo a la norma, otro impedimento son los numerosos rastros clandestinos por la cual no se puede cumplir un adecuado control de la prevalencia de la brucelosis. Por la cual se necesita mucho esfuerzo para poder lograr que cada día tengamos una menor prevalencia y así algún día tener un estado libre de brucella.

## **XII. Bibliografía**

1. Alton G., Jones L.M., Pietz D.E. 2006. Las técnicas de laboratorio en la brucelosis. Serie monografía No. 55 Organización municipal de la salud Ginebra.
2. Anaya E., Garcia C., Milian S. 2004. Epidemiología de las enfermedades reproductivas bovinas.
3. Aziz-Jamalludin, J.; Chang, K.W. Sopian Johar, M.; Harizam, Y. 1988. Development of Animal Disease Data Bank in Malaysia. Acta Veterinaria Scandinavica. Supplementum 84: 194-196.

4. Bercovich Z. 2006. Maintenance of brucella abortus-free herds: a review with emphasis on the epidemiology and problems in diagnosing brucellosis in areas of low prevalence.
5. Blajan, L. 1982. National and International Reporting Services. In: Epidemiology in animal health. Proceedings of a Symposium held at the British Veterinary Association's Centenary Congress, Reading, 22-25 September pp. 90-98
6. Boffil P., Rivas A., Ramirez W. Montañés J., Martínez A., Quincoses T., González L.R., Fustes E. 1989. Manual de enfermedades infecciosas tomo I ed I, S.A.
7. Bowen, J. 1985. Artificial intelligence techniques for building diagnostic expert systems. In: Proceedings of the Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine. pp. 96-103.
8. Cantú A., Díaz E., Hernández L., Garry L., 2007. Epidemiological study in a bovine herd with intermediate prevalence of brucellosis, vaccinated with RB51 and rfbk rough mutant strains of brucella abortus.
9. Casas R. 2006. Diagnostic Serológico de la Brucelosis Bovina. Boletín Centro Panamericano de Zoonosis OPS/OMS. 3-5 pp.
10. Chávez Cruz Francisco, Luengas López Rosalba. 2007. Manual de ganado bovino de engorda en el estado de Oaxaca.
11. Cheville NF. Olsen SC., Jensen A.E. 2006. Efficacy of brucella abortus Strain RB51 to Protect Cattle Against Brucellosis. Effects of Age at Vaccination. Am J vet.
12. Contreras, J. 2006. Brucellosis. Enfermedad de los Bovinos causadas por Agentes Control. Segunda Edición. 405-420 pp.
13. Cripps, P.J. 1987. Teaching veterinary epidemiology: What, why and how? In: Proceedings of the Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine. Solihull. pp. 40-46.
14. Diri G., Llorens F., Silverira E. 2007. Algunos aspectos sobre la brucelosis bovina: epizootiología, diagnóstico y control. Resumen de la Tesis para optar por el grado de Doctor en ciencias. Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central de Las Villas.

15. Dohoo, I. Martin, W. y Stryhn, H. 2003: Veterinary Epidemiologic Research, AVC Inc., University of Prince Edward Island, Prince Edward Island, Canada.
16. El Santafesino, 2005, Brucelosis, síntomas y características.
17. Enfermedades infecciosa, 2004, bacteria "Brucella". Patogenia, síntomas, fiebre de malta, diagnostico, estudios bacterianos.
18. Farrar, J. 1988. The National Animals Health Monitoring System (NAHMS): Progression from a Pilot Project to a National Program. Acta Veterinaria Scandinavica. Supplementum 84: 191-193.
19. Galligan, D.T. Ramberg, C.R. Chalupa, W. Johnstone, C. Smith, G. 1988. An application of multi-objective linear programming for achievement of breeding goals in herd health programs. In: Proceedings of the 5th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics. Copenhagen. Denmark. pp. 449-452.
20. Geo F., Brooks MD., Janet S., Butlel. Nicholas O. 2001. Brucellas; Microbiología Médica. Ed. Manuel Moderno.
21. Habtemarian, T. GharteyTagoe, A. Mamo, E.; Robnett, V. 1988. Epidemiologic Modelling of Diseasesa Case Example using Schistosoma and Trypanosoma. Mathl. Comput. Modelling. 11: 244249.
22. Harrison. 2000. Brucelosis, Principio de medicina interna, Ed. Interamericana.
23. Hugh-Jones, M. 1985. The epidemiological uses of remote sensing and satellites. In: Proceedings of the 4th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics. Singapore. pp. 113-118.
24. INEGI. 2009. Existencias de ganado bovino según rango de edad por entidad federativa.
25. López M. Ahidé y Contreras R. Araceli. 2002. Brucella, escuela Nacional de Ciencias Básicas, Instituto Politécnico Nacional.
26. López, A. 1999. Brucelosis: Avances y Perspectivas. Pub. Técnica del INDRE. Subsecretaría de Coordinación y Desarrollo. México, DF. No. 6: 19-22 pp.
27. Lottersberge J., Pauli R., Vanasco N. 2004. Diagnostico de brucelosis bovina: desarrollo y validación de un ELISA. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Cañada de Gómez, Santa Fe.

28. Luna M. 2002. Tema: Revisión de las estrategias epidemiológicas en la vacunación contra brucelosis.
29. Málaga H., 1999. Cualificación y Cuantificación de la Enfermedad-Estudios Epidemiológicos de Factores de Riesgo. *Epidem. Vet. EDILUZ* 47-58, 191-193 pp.
30. Marsh, W. E. 1987. Practical computer models for assessing productivity in pig production systems. In: *Proceedings of the Society for Veterinary, Epidemiology and Preventive Medicine*. Solihull. pp. 95-106.
31. McInerney, J.P. 1987. Assessing the policy of badger control and its effects on the incidence of and bovine tuberculosis. In: *Proceedings of the Society of Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine*. Solihull. pp. 133-147 (a)
32. McInerney, J.P. 1987. An economist's approach to estimate disease losses. In: *Proceedings of a Symposium In the Community programme for Coordination of Agricultural Research*. Exeter U.K. Commission of the European Communities Agriculture. pp. 35-68 (b)
33. NORMA Oficial Mexicana NOM-041-ZOO-1995, Campaña Nacional contra la Brucelosis en los Animales. con fundamento en los artículos 1o., 3o., 4o. fracción III, 8o., 12, 13, 21, 22, 31, 32 y 33 de la Ley Federal de Sanidad Animal; 1o., 38 fracción II, 40, 41, 43 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 35 fracción IV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 12 fracciones XXIX y XXX del Reglamento Interior de esta Dependencia. ROBERTO ZAVALA ECHAVARRIA, Director General Jurídico de la Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural.
34. Putt, S.N.H. Wilesmith, J.W. 1987. The role of epidemiology in the teaching of preventive veterinary medicine. In: *Proceedings of the Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine*. Solihull. pp. 47-50
35. Reviriego F. J., Moreno M., Domínguez L., 2000. Sanidad animal tarjeta de las enfermedades
36. Revista de pediatría 2003, "Brucelosis, etiología, epidemiología".

37. Riemann, H.P. 1985. The future of Veterinary Epidemiology and Economics. In: Proceedings of the 5th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics. Copenhagen. Denmark. pp. 85-88.
38. Rivera S. 2000. Epidemiología Serológica de la Brucelosis Bovina. Rev. Cientif. FCV-LUZ V (2): 174-124.
39. Roe, R.T. 1979. Features of the Australian National Animal Disease Information System. In: Proceedings of the 2nd International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics. Canberra, Australia. pp. 26-34
40. Roudebush, P. 1984. Expert System relationship in canine cough. In: Proceedings of the Second Symposium on Computer Applications In Veterinary Medicine, College of Veterinary Medicine, Mississippi State University, 23-25 May. Pág. 127-132
41. Ruiz L. 2005. Brucelosis, Enfermedades Zoonóticas. Boletín Unidad de Epidemiología.
42. S. A. S. (R) User's Guide. 1985. Statistics. Version 5 Ed. SAS Institute. Cary, NC. US.
43. SAGARPA. 2008. Agenda de innovación tecnológica agropecuaria del estado de Oaxaca. pg. 229-262.
44. Salgado G., Jaramillo A., Sánchez L. S., Sánchez H.F., García J., Romero J.G. 2005. Prevalencia de Brucelosis Bovina a partir de Muestras de Leche en el Estado Guerrero en México. Veterin México.
45. Samartino Luis. 2005. Brucelosis Vaccines, Memorias de Brucelosis, International Research conference, Merida. Yuc., México, pp.:31-41.
46. Saravi, M.A. Wright, R.F. Gregoret, R.J. Gall, D.E. 1995. Comparative performance of enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and conventional assays in the diagnosis of bovine Brucellosis in Argentina. Vet. Immunol. Immunopathol. 47:93-9.
47. Schwabe, C.W. 1982. The current epidemiological revolution in veterinary medicine. Preventive Vet. Med. 1: 5-15.
48. Silva I., Dangolla A., Kulachelvy K. 2000. Seroepidemiology of Brucella abortus infection in bovis in Sri Lanka. Prevent Veter Med. 46: 51-59.

49. Thrusfield, M. 1988. Companion animal epidemiology: its contribution to human medicine. *Acta Veterinaria Scandinavica. Supplementum* 84: 57-65.
50. Thrusfield, M. 1988. The application of epidemiology techniques to contemporary veterinary problems. *Br. Vet. J.* 144: 455-469.
51. Thurmond M. 2006. Abortion Diagnostic Report for Dairies, CVDLS.
52. Torres T. 2006. Determinación de Brucelosis Bovina en Leche Cruda Producida en el Municipio la Cañada de Urdaneta del Estado Zulia. Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias Veterinarias (Tesis de grado). 1-35 pp.
53. Uberos Fernández José, 2005. Brucelosis, Sociedad Española de Pediatría Extrahospitalaria y Atención Primaria.
54. Ugalde, Juan Esteban, Comerci, Diego Jose, 2003, Evaluation of *Brucella abortus* Phosphoglucosyltransferase (pgm) Mutant as a New Live Rough-Phenotype Vaccine, p. 6264-6269 Vol. 71.
55. Vargas M. 1999. Vacunas y Estrategias de Vacunación en los Programas de Control/Erradicación de la Brucelosis. Reunión de Consulta de Expertos de la OPS/OMS. 1-8 pp.
56. Wagner M.A., Michel E., Troy A. 2002. Horn, Jo Ann Kraycer y Cesar V. Mujer Global Analysis of *Brucella Melitensis* proteome.
57. Waltner-Toews, D. Martin, S.W. Meek, A.H. 1986. Dairy calf management, morbidity and mortality in Ontario Holstein herds: Association of management with morbidity. *Pre. Vet. Med.* 4: 137158
58. Wilesmith J.W. 2005. The persistence of *brucella abortus* infection in calves. A retrospective study of Heavily infected Herd. *Vet.*
59. Willeberg. P. Gerbola, M.A. Kirkegaard, P.B.; Andersen, J.B. 1984. The Danish pig health scheme; nationwide computer-based abattoir surveillance and followup at the herd level. *Preventive Veterinary Medicine*, 3: 79-91.