

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**MAESTRIA EN MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

**“MODELO DE ANÁLISIS DE RIESGO DE LA
TUBERCULOSIS BOVINA EN ESTABLOS DEL COMPLEJO
AGROPECUARIO E INDUSTRIAL DE TIZAYUCA,
HIDALGO”.**

T E S I S

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

P R E S E N T A

XIMENA ALACIEL TORRES MEJIA

TUTOR:

DR. EVARISTO ALVARO BARRAGAN HERNANDEZ

COMITÉ TUTORAL:

DR. MARCO ANTONIO SANTILLÁN FLORES

DR. JOSÉ JUAN MARTÍNEZ MAYA

MÉXICO, DF. MAYO DEL 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A todos los que han crecido conmigo.

A mis padres que con mucho amor me hicieron, me criaron, me educaron y han cuidado muy bien de mí.

A mis fabulosos hermanos José y Romina, así como al pequeño Darío.

A mi novio y a mis amigos, por su cariño y confianza.

A mis profesores, los cuales han puesto una semilla con toda su enseñanza.

Y sobre todo, a esta facultad que me abrió las puertas.

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco el financiamiento parcial otorgado por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico a través del Programa de Apoyo a Proyectos Institucionales de Mejoramiento de la Enseñanza (PAPEIME) No. 203409 "Los Sistemas de Información Geográfica y su aplicación en Salud Pública Veterinaria".

A mi novio Erick, por que aunque lo intento con mucho esmero no logró mantenerse despierto cuando se la leí. Gracias por todo tu amor, tu buen humor y paciencia.

A mis doctoras por cuidar de mi salud y bienestar, gracias por hacer un sueño posible.

Gracias a mi tutor por toda su atención, por escucharme, por cuidar de muchas formas de mi persona y hasta por los regaños, ninguno fue en vano. Muchas gracias Alvaro.

A mis amigos Esteban, Lorena, Anabel por su enorme apoyo, ejemplo y dedicación. A Paulo, Carlos, Anabel, Futzil, Diego, Angélica, Jenny, Flavio, Alberto, Rosa y David, por las pequeñas y grandes cosas que hicieron por mí.

Le agradezco en especial a mi familia:

A Marthita, porque sin ella yo no estaría en este punto de mi vida.

A Quique, por su dedicación ejemplar en aras de la educación de su hijos.

A mi segundo padre Pepe, por ser una increíble compañía, palero, consejero, amigo y mi hermano querido, muchas gracias.

ÍNDICE

Resumen	7
Abstract	8
I. Introducción.	9
Triada epidemiológica.	12
Situación de la tuberculosis bovina.	14
Impacto de la enfermedad.	18
II. Justificación.	20
III. Objetivos.	21
Objetivo general.	21
Objetivos específicos.	21
IV. Hipótesis.	22
V. Material y Métodos.	22
Metodología de Análisis de Riesgo.	24
Análisis estadístico.	28
Sesgos en el estudio.	30
VI. Resultados.	31
Establos entrevistados.	31
Prevalencia.	31
Análisis de riesgo.	32

Diferencias entre establos en control y erradicación.	36
Determinación de los principales factores de riesgo.	40
Evaluación del modelo propuesto de regresión logística.	42
VII. Discusión.	47
VIII. Conclusiones.	58
X. Referencias.	61
X. Anexos.	69
Definición de las variables de la encuesta.	76
Presentación de la encuesta realizada a dueños y/o encargados en el Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca (CAIT).	84

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS.

CUADROS.

1. Estrategias de la Campaña Nacional contra la Tuberculosis Bovina.	16
2. Definición de las entradas y salidas del árbol de escenarios así como la probabilidad de la introducción de tuberculosis bovina por ganado proveniente de diferentes estados de la República Mexicana a establos del Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca (CAIT) y otros factores de riesgo.	34
3. Evaluación de las consecuencias de la diseminación de tuberculosis bovina en animales susceptibles en los establos del CAIT, Hidalgo. México, 2010.	35
4. Perros dentro del establo en los establos del CAIT en el 2010.	36
5. Reactores en el establo en los establos del CAIT en el 2010.	36
6. Manejo de las sobras de alimento en los establos del CAIT en el 2010.	37
7. Ordeña de ganado reactor a PPD en los establos del CAIT en el 2010.	37
8. Origen del ganado de reemplazo en los establos del CAIT en el 2010..	38
9. Raza del ganado en los establos del CAIT en el 2010.	39
10. Modelo de regresión logística, factores asociados a la presentación de casos de tuberculosis bovina en establos del CAIT.	41
11. Prueba de bondad de ajuste.	42
12. Cuadro de clasificación.	42
12.1 Cuadro de contingencia del modelo logístico para tuberculosis bovina.	42
12.2 Verdaderos enfermos definidos con tuberculosis bovina.	43
13. Curva ROC del modelo logístico para tuberculosis bovina	43
14. Variables no significativas consideradas confusoras y/o modificadoras.	45
I. Situación zoonositaria de la tuberculosis bovina por estados de la República Mexicana. SENASICA 15 de marzo de 2011.	70
II. Prevalencia aparente calculada mediante los dictámenes de la Campaña Nacional contra la Tuberculosis bovina en el CAIT 2008-2009.	71
III. Número de animales y arribos de 2008-2009 que ingresaron al CAIT.	73
IV. Número de animales y arribos así como el origen de 2008-2009 que ingresaron al CAIT.	74

FIGURAS

1. Ubicación espacial del Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca, Hidalgo. México, 2010.	22
2. Ubicación espacial de los establos entrevistados y su <i>status</i> zoonosanitario según la Campaña Nacional contra la Tuberculosis Bovina (libre y control).	32
3. Árbol de escenarios de la introducción y diseminación de tuberculosis bovina por ganado proveniente de diferentes estados de la República Mexicana a establos del Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca (CAIT). y otros factores de riesgo determinados en el modelo de regresión logística.	33
4. Densidad de probabilidad de riesgo de brote en el Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca (CAIT).	35
5. Área bajo la curva del modelo de regresión logística.	44
I. Situación zoonosanitaria de la tuberculosis bovina. SENASICA 15 de marzo de 2011.	69
II. Número de animales y arribos así como lugar de origen en 2008-2009 al CAIT.	75

RESUMEN

Mediante un modelo matemático de análisis de riesgo cuantitativo fue posible calcular el riesgo de diseminación de tuberculosis bovina debido a la movilización de animales y el riesgo de que animales no enfermos se infecten en el Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca (CAIT) en el estado de Hidalgo. Por medio de los dictámenes de la Campaña Nacional Contra Tuberculosis Bovina que se realizaron durante 2008-2009 en la cuenca, se calculó la prevalencia aparente del CAIT (9.35%) y la prevalencia real (10.29%). Por medio de la aplicación de una encuesta dirigida a los propietarios y/o encargados de 62 establos en el CAIT, se obtuvo información acerca de los factores de riesgo y se construyó el árbol de escenarios. Se realizaron pruebas de χ^2 , observando asociación de las variables independientes con la variable de interés; sólo el manejo del alimento tuvo diferencias entre los establos (RP 2.12). Se realizó una regresión logística para la determinación de los factores de riesgo, en el cual el manejo del alimento tiene mayor riesgo (OR 62.54); otros factores que coadyuvan en la presentación de casos de tuberculosis bovina en los establos son el origen del ganado de reemplazo, la permanencia de ganado reactor a las pruebas tuberculínicas, la existencia de perros dentro de la unidad, la raza del ganado y la ordeña de ganado reactor junto a ganado susceptible. La probabilidad de que se presente un brote fue de 0.00183 para 12,954 animales, por lo tanto, el riesgo de infección a más ganado en la cuenca así como a otras poblaciones susceptibles incluyendo la humana es tangible, por lo que es necesario tomar las medidas de control necesarias.

ABSTRACT

Using a mathematical model of quantitative risk analysis was possible to calculate the risk of spreading bovine tuberculosis due to the movement of animals and the risk of animals becoming infected in the Agricultural and Industrial Complex Tizayuca (CAIT). Through the advice of the National Campaign Against Bovine Tuberculosis carried out during 2008-2009 in the watershed, we calculated the apparent prevalence at CAIT (9.35%) and the real prevalence (10.29%). Through the implementation of a survey of owner / managers of 62 stables of CAIT, we obtained information about risk factors and allowed the construction of the scenario tree, χ^2 tests were performed, noting the association of independent variables with the variable of interest; only had food handling differences between the dairy farms (OR 2.12). Logistic regression was performed to determine risk factors, in which the food management had higher risk (OR 62.54), other factors contributing to the presentation of cases of bovine tuberculosis in the dairy farms are the origin of cattle replacement, the remaining of reactor cattle to the tuberculin test, the presence of dogs in the unit, the breed of cattle and milking of reactor cattle with susceptible livestock. The probability of an outbreak to occur was 0.00183 in 12.954 animals, therefore, the risk of infection to more cattle in the milkshed as well as other sensitive population including humans is tangible and it is to take necessary control measures.

I. INTRODUCCIÓN.

Para poder determinar la gravedad de un riesgo es necesario llevar a cabo un estudio sistemático utilizando métodos analíticos en donde se encuentran los riesgos. Este estudio sistemático se conoce como análisis de riesgo y se puede llevar a cabo en forma cuantitativa, cualitativa¹ o semicuantitativa².

Los métodos tienen el mismo proceso, la diferencia radica principalmente en que, en el caso de la evaluación cualitativa, no involucra la cuantificación de parámetros; utiliza escalas descriptivas para evaluar la probabilidad de ocurrencia de cada evento^{3, 4}. El modelo de análisis cuantitativo, expresa numéricamente las entradas y salidas. Finalmente, para el caso de un semi-cuantitativo, es una combinación de los métodos anteriores.

El análisis de riesgo envuelve una predicción basado sobre información actual y del pasado sobre un evento en particular o una enfermedad⁶, facilitando la toma de decisiones⁷, mediante un proceso lógicamente estructurado y consistente, brindando información sobre el riesgo de introducción y diseminación de una enfermedad o plaga mediante el comercio de animales, sus productos y subproductos⁸, y llegar a una determinación final responsablemente³, decidiendo así, qué animal o producto puede entrar a un país y bajo qué condiciones⁹. El riesgo puede ser objetivo o subjetivo. Aunque el resultado sea incierto, el riesgo objetivo se puede describir basándose precisamente en teoría, experimentación o sentido común. La descripción de un riesgo subjetivo está abierta a modificaciones porque siempre se puede mejorar la decisión con la llegada de nueva información, cuando se estudia

más detenidamente la situación o si se escucha la opinión de otros. La mayoría de los riesgos son subjetivos. Esta afirmación debe ser contemplada por quien tenga que analizar un riesgo o tomar una decisión basándose en un análisis de riesgo¹⁰.

En su forma más simple, comúnmente referido como determinístico o análisis de estimación de punto. Esto representa nuestra “mejor estimación”, el “promedio” o “caso previsto” o tal vez el “peor caso”⁵. Sin embargo, para la toma de decisiones, es deseable tener un rango de posibilidades de resultados y sus probabilidades asociadas. Esto es lo que comúnmente se denomina un proceso estocástico, el cual incorpora incertidumbre en los resultados con sus límites de confianza asociados. La incertidumbre generalmente es solucionada con una distribución de frecuencias para las distintas variables o componentes de un modelo. Los valores para cada variable pueden ser obtenidos a partir de estudios realizados o considerando la opinión de expertos⁶.

En un modelo probabilístico o estocástico, en el cual se incorpora el azar en sus resultados, se podrían modelar las probabilidades a y b como distribuciones de probabilidades, por lo tanto, $P(a) P(b)$ es la multiplicación de una distribución por otra. Para cada uno de los procesos que ocurren desde que la unidad animal es transferida desde su sistema productivo de origen al país importador, varias entradas son requeridas para estimar cada uno de los valores de las probabilidades indicadas⁶. En un modelo estocástico, el riesgo resultante es también descrito como una distribución de probabilidades^{5, 6}.

El análisis de riesgo se acepta hoy como la metodología más apropiada para la adopción de medidas tendientes a prevenir y controlar plagas y enfermedades cuarentenarias^{11, 12}. El uso de esta herramienta epidemiológica tiene como objetivo apoyar las decisiones en aspectos de sanidad animal^{2, 6, 13} y es particularmente adecuada para los servicios veterinarios ya que entrega elementos a quienes toman decisiones para medir los efectos de ingreso de una enfermedad y sus posibles vías de introducción debido a las importaciones^{6, 9} o, cuando surge información nueva con respecto a una enfermedad^{9, 12}, cuando se inicia un proceso de regionalización^{12, 14} o simplemente para estimar el riesgo de un producto sobre una base científica^{2, 9}; sin embargo, puede realizarse para el comercio nacional, debido a la gran diferencia en la situación sanitaria entre los estados de la República Mexicana en el caso de la tuberculosis bovina la cual, al existir en una zona, representa riesgo de exposición para otras especies susceptibles, incluso la humana, si no se concretan medidas para su control y erradicación.

El procedimiento para realizar un análisis de riesgos no siempre se cumple en su totalidad, pues a veces no sería posible llevar a cabo el análisis, esto no quiere decir que no se pueda realizar, sino que es necesario adaptar el procedimiento según las necesidades de cada proceso¹.

Triada epidemiológica.

El agente que causa la enfermedad en el ganado bovino es *Mycobacterium bovis* (TBB)¹⁵⁻²⁰ y pertenece al complejo de *Mycobacterium tuberculosis*²⁰. Es un bacilo intracelular^{15,19}, Gram positivo, ácido alcohol resistente^{16,17,21}.

Las micobacterias son resistentes a muchos desinfectantes, a la desecación y a otras factores adversos del medio, debido a que su pared tiene un alto contenido de lípidos¹⁶, por lo que obliga a utilizar elementos físicos y/o sustancias químicas, para lograr su inactivación o destrucción, tales como solución de cal clorada o cloruro de calcio (cloro activo al 5%), el formol al 3-5%, sosa cáustica al 3% a 70° C o fenol al 5%, soluciones de yodo con una alta concentración, glutaraldehído y formaldehído. En ambientes con bajas concentraciones de material orgánico, 1% de hipoclorito de sodio con un largo tiempo de contacto también es eficaz. *M. bovis* es también susceptible a vapor de agua a 121 ° C durante un mínimo de 15 minutos²².

Sobrevive por varios meses^{15,22} en un rango amplio de condiciones ambientales incluyendo bajo pH, temperaturas extremas, tratamientos con ozono y bajo nivel de oxígeno, en ambientes directa o indirectamente contaminados por eliminación a partir de animales sospechosos de infección, debido a la permeabilidad de su pared celular y lento crecimiento¹⁵. Las condiciones ideales son en ambientes fríos, oscuros y húmedos a 12-37°C^{15, 22}, el tiempo de sobrevivencia varía de 18 a 332 días, dependiendo de la exposición a la luz del sol²². Tiene rápida adaptación a nuevos substratos y la capacidad de incrementar la velocidad de su crecimiento en medios sintéticos¹⁵.

Aunque que el bovino es el reservorio principal puede transmitir la infección a muchas especies de mamíferos, incluido el hombre¹⁵. Los humanos infectados pueden actuar como hospederos amplificadores de tuberculosis bovina, representando una fuente potencial de *M. bovis* para animales y otros humanos, aunque este evento tiene poca significancia en cuanto a su ocurrencia¹⁹.

El ganado productor de leche tiene mayor susceptibilidad a infectarse que los bovinos productores de carne, debido principalmente a que su periodo de producción es largo y por el estrecho contacto entre animales²²; por lo que la enfermedad es más frecuente en bovinos adultos, debido al carácter crónico de la misma y al hecho de que con el transcurso del tiempo hay más oportunidades de que los animales estén mayormente expuestos a la fuente de infección¹⁶. La infección en el ganado por este organismo es usualmente crónica y progresiva durante años^{23,19}, puede parecer subclínica por períodos largos¹⁷ constituyendo una amenaza potencial para el resto de los animales¹⁵ y reactivarse por estrés o en la vejez²².

La gravedad de la enfermedad varía con la dosis de concentración del agente y la inmunidad²². En animales inoculados o infectados artificialmente, se observa que la dosis infectiva es inversamente proporcional al periodo de incubación, además que los animales infectados se convierten en excretores intermitentes²⁴.

Las vías de transmisión de *Mycobacterium bovis* al ganado bovino son múltiples, pero escasamente cuantificadas. *M. bovis* se disemina principalmente por

expectoración de aerosoles por toser o estornudar de un animal infectado o por partículas de polvo. También puede ocurrir indirectamente a partir de pasturas contaminadas, agua o fomites²³.

Se ha demostrado que los movimientos de ganado infectado suponen un riesgo de transmisión claro y es un predictivo de la distribución de tuberculosis bovina¹⁴. Los factores asociados con el hospedero que permiten la entrada del agente son, edad, comportamiento, deficiencias inmunológicas y nutricionales¹⁵. Otros Factores como la localidad, tipo de producción, manejo sanitario pueden constituir en el 86% de la prevalencia de la enfermedad⁷.

Situación de la Tuberculosis Bovina.

Fue hasta los años veinte cuando comenzaron a aplicarse medidas de control en los países desarrollados, era una de las principales enfermedades presentes en los animales domésticos de todo el mundo²⁵. Sin embargo, en un gran número de países, la tuberculosis bovina sigue representando un grave problema para la salud de los animales (ganado doméstico y fauna silvestre) y personas^{7, 25}, además de tener un dramático impacto en la economía. La OMS declaró en 1993 que la tuberculosis había adquirido carácter de urgencia debido principalmente a la falta de atención a la enfermedad por parte de muchos gobiernos, con programas mal administrados²⁵.

La tuberculosis es una de las enfermedades que figuran en el Código Sanitario para los Animales Terrestres de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) 2008 (Capítulo 1.2; artículo 1.2.3) como afecciones de notificación obligatoria (Capítulo 1.1 – Notificación de enfermedades y datos epidemiológicos)²⁶.

Actualmente muchos países se clasifican como libres de tuberculosis bovina según la OIE²⁷. En el 2008 la situación zoonosaria en México de la tuberculosis bovina se declara como Infección confirmada (Enfermedad no clínica) y ningún evento epidemiológico excepcional se ha registrado oficialmente para esta enfermedad en los últimos 4 años^{21,28}. Es una enfermedad de notificación inmediata obligatoria, por sus efectos significativos en la producción pecuaria, comercio internacional, salud pública y de importancia estratégica para las acciones de salud animal en el país²⁷.

La tuberculosis por *M. bovis* se encuentra ampliamente distribuida en México²⁷. En 1994, se publicó de forma emergente, la primera Norma Oficial Mexicana contra la Tuberculosis bovina. En 1996 se logra su publicación, se modifica para 1998 y es la que continúa vigente (Cuadro 1)²⁹.

Actualmente se encuentran en fase de erradicación 10 estados y parte de 15 estados y en control, prevalencia mayor al 2 % o desconocida: el resto del país³⁰ (Anexos).

Cuadro 1. Estrategias de la Campaña Nacional contra la Tuberculosis Bovina³⁰.

(Fecha de consulta 12 de enero 2011).

1) Difusión y promoción de la Campaña.
2) Capacitación de personal.
3) Diagnóstico de campo (Probar al 100 % de los hatos).
4) Aplicación de cuarentenas en hatos infectados.
5) Eliminación e indemnización de reactores.
6) Inspección en rastros para confirmar y detectar nuevos casos
7) Control de la movilización.
8) Reconocimiento y protección de regiones de baja prevalencia
9) Certificación de hatos libres de la enfermedad.
10) Seguimiento Epidemiológico.

En cuanto a las estrategias de la campaña en México, se utiliza la prueba intradérmica con derivado proteínico purificado (PPD) o tuberculina. Cuando se requiere mayor sensibilidad, como en casos de alta prevalencia, se aplica en el pliegue caudal y para el caso de requerir mayor especificidad (baja prevalencia), se utiliza la doble comparativa en el cuello³¹. De este modo, la prueba tuberculínica constituye el instrumento básico para detectar la presencia de infección tuberculosa, y desempeña un papel fundamental en el programa de control y erradicación de la tuberculosis bovina^{21, 32}.

La reacción en el ganado infectado es una induración en el lugar de aplicación causado por una reacción del tipo hipersensibilidad retardada, la cual es máxima a

las 48-72 horas después de la aplicación, con el objeto de poder establecer si el animal fue infectado por el agente de la enfermedad^{24,31,32}. Cualquier induración igual o mayor a 5 mm se considera como una reacción positiva²².

De acuerdo con el sitio de inoculación, se puede clasificar a las pruebas tuberculínicas en ano-caudal y cervicales. Las cervicales a su vez pueden ser de dos tipos: cervical simple y cervical comparativa, según se utilice un antígeno PPD bovino o dos, PPD bovino y PPD aviar respectivamente. La exactitud de una prueba puede medirse y expresarse con base en su habilidad para clasificar correctamente animales de acuerdo a su situación sanitaria. Estas medidas son la sensibilidad y la especificidad³².

La prueba simple caudal tiene sensibilidad de 63 al 100% y especificidad del 75.5 al 99.9%^{18,24,31,33}; la doble comparativa tiene una sensibilidad de 72 al 93.5% y una especificidad 78.8 hasta 100%^{18,31,33}, en este amplio parámetro de sensibilidad y especificidad en México, el laboratorio productor del PPD maneja una sensibilidad de 90.9% y una especificidad de 100% con un punto de corte de 4.5mm³⁴.

Sin embargo, la sensibilidad de la prueba puede verse afectada por varios factores y de este modo alterar la lectura de los resultados de la prueba en el ganado al dar falsos negativos¹⁸. La especificidad, puede alterarse de igual modo que la sensibilidad modificándose la dosis inyectada³⁵. En este sentido, la positividad a la reacción tuberculínica no es sinónimo de enfermedad. Un resultado positivo sólo indica la exposición del animal a probar con el agente en algún momento de su vida,

con un tiempo mínimo de incubación anterior al estudio, como para haber desarrollado la respuesta inmune³².

Impacto de la enfermedad.

Una razón importante que justifica la erradicación de la tuberculosis bovina es que la enfermedad causa pérdidas económicas, debido a la disminución aproximadamente en un 17- 20%^{22,36} de la producción de leche, y la fertilidad en un 5-6%^{22,25,36} aumentando la esterilidad en 5-10%²⁵. La duración de las lactancias disminuye a la mitad en la séptima lactancia; como efecto secundario causa reducción de la inmunidad, aumentando la susceptibilidad a otras enfermedades³⁶.

Un mal diagnóstico genera pérdidas económicas, pues los animales reactores positivos a la prueba, se deben sacrificar. En México se han estimado pérdidas por 40 millones de dólares anuales, tan solo por el desecho de ganado enfermo⁷.

La movilización y la comercialización de los animales y sus productos también se ven limitados por la TBB. La regionalización del país de acuerdo con los avances de campaña y con la reducción de la prevalencia, imposibilita la libre movilización de animales entre regiones, lo que desde luego impacta negativamente en los canales de comercialización⁷. Aunado a esta situación la globalización comercial está eliminando todo tipo de barreras arancelarias, las enfermedades se han convertido en las principales barreras al libre comercio entre países²⁰. La tuberculosis es una de las más importantes³⁶.

La tuberculosis bovina es una enfermedad zoonótica, razón por la cual adquiere mayor atención^{15, 22}. El modo de transmisión de *M. bovis* al hombre puede ser por el consumo de leche, productos lácteos o subproductos sin pasteurizar o hervir, otra vía de transmisión es por aerosoles. Se estima que en Latino América el 2% de los casos de tuberculosis humana pulmonar y el 8% de los casos de tuberculosis extra pulmonar son causados por la infección con *M. bovis*²².

Es una enfermedad de riesgo ocupacional para Médicos Veterinarios, granjeros, personal que labora en los rastros y en los establos, tablajeros, carniceros e inseminadores³⁷.

En los últimos años se ha observado un resurgimiento de la tuberculosis de origen bovino, se ha creado resistencia de la micobacteria a fármacos usados con un mal seguimiento en el tratamiento de la enfermedad, debido al abandono y dosis irregulares³⁸; por otra parte las infecciones con el virus de la inmunodeficiencia humana y la presencia de enfermedades concurrentes, como la diabetes mellitus^{37,38}, la desnutrición, la sobrepoblación y la falta de recursos para enfrentar la enfermedad, hacen difícil la solución de este problema. Enfermedades como la tuberculosis infectan provocando gran morbilidad; de acuerdo con cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 1990 existían 8 millones de casos activos en el mundo, de los cuales 7.6 millones se encontraban en países en desarrollo³⁹. Para el 2008 se estimó que había 8.9 a 9.9 millones de casos nuevos, 9.6 a 13, 300, 000 de casos prevalentes⁴⁰.

II. Justificación

El análisis de riesgo al ser un proceso que permite evaluar el riesgo de diseminación, exposición y consecuencias de las enfermedades, puede ser usado como herramienta para medir el riesgo en la diseminación de tuberculosis bovina como enfermedad infecciosa en el Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca ubicado en el estado de Hidalgo, provocada por la movilización de animales de diferentes estados de México y al mismo tiempo por factores del manejo en la unidad de producción; facilitando así la responsable toma de decisiones en la aplicación de medidas para disminuir estos riesgos, beneficiando directa e indirectamente a la población animal y humana del CAIT por ser una cuenca que distribuye leche, con 120 establos y 1500 empleados que laboran diariamente. Además, mediante este método se genera información sobre la situación real y actual sobre la tuberculosis bovina cuenca lechera, y con esto tratar de establecer las medidas de control de la enfermedad por erradicación.

III. Objetivos del trabajo.

Objetivo General.

- Diseñar un modelo de análisis de riesgo cuantitativo de la difusión de tuberculosis bovina en los establos del Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca

Objetivos Específicos.

- 1) Identificar los principales factores de riesgo o determinantes que permiten la difusión de la tuberculosis entre establos.
- 2) Establecer si existe diferencia entre los establos en control y erradicación por medio de los factores de riesgo o determinantes identificados.
- 3) Cuantificar la probabilidad de difusión del agente a la cuenca en la introducción de un animal asintomático o infectado.
- 4) Conocer la prevalencia de tuberculosis bovina de los establos que utilizan PPD dentro del Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca, Hidalgo.

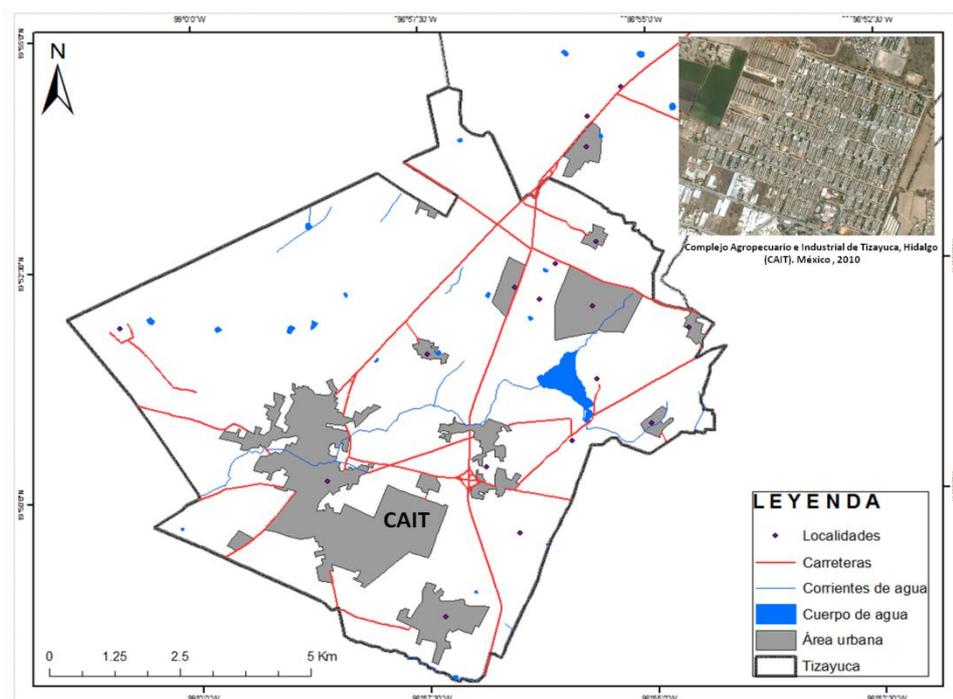
IV. Hipótesis

La información existente dentro de los establos que aplican PPD en el Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca permitirá construir un modelo de análisis de riesgo cuantitativo, que facilite identificar los diferentes factores que fomentan la diseminación de la tuberculosis bovina dentro de los establos.

V. Material y Métodos.

Se realizó un análisis de riesgo cuantitativo estocástico en el CAIT, ubicado al sur del estado de Hidalgo, con una superficie de 220 has (Figura 1).

Figura 1. Ubicación espacial del Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca, Hidalgo. México.



La población objetivo para el presente estudio fueron los establos del CAIT; esta cuenca tiene registrados 120 establos con aproximadamente 35 000 bovinos; la producción es de 900 000 litros de leche diariamente. De esta forma, se consideró como unidad de investigación a todos los establos del CAIT que desearon participar en el estudio.

- Criterios de Inclusión: Establos en funcionamiento y que desearon colaborar.
- Criterios de exclusión: establos en donde los dueños y/o encargados de los establos no desearon colaborar. Se descartó a toda persona de reciente ingreso (menos de un año) por el desconocimiento acerca de la situación del establo.

Se diseñó y validó el instrumento de medición que consistió en una encuesta dirigida a dueños y/o encargados de los establos en el CAIT, por lo que el encuestador explicó la finalidad de la encuesta, pidiendo el consentimiento y se garantizó la confidencialidad. Al momento de la entrevista, se utilizó un equipo GPS (Garmin, Legend), el cual permitió la georreferenciación de los establos participantes. Igualmente, se logró medir el área de los corrales en cada establo usando este equipo, lo que permitió estimar la densidad animal.

Cabe destacar que previo a la aplicación de las encuestas, los entrevistadores fueron capacitados en cuanto a los criterios de inclusión y exclusión, de las probables respuestas.

Para llegar al cálculo de la Prevalencia Aparente, se revisaron los dictámenes de la Campaña Nacional para la Erradicación de la Tuberculosis Bovina en los últimos dos años, que se captaron de manera oficial en el CAIT por médicos veterinarios; a partir de la obtención de este resultado se calculó la prevalencia real usando los valores de sensibilidad y especificidad de la prueba doble comparativa que se usan en México por los laboratorios PRONAVIBE.

Por otra parte, mediante los archivos del área de promoción de la cuenca (2008-2009) se calculó el volumen de animales que ingresaron a la cuenca y la identificación del lugar de origen de este ganado; del mismo modo, se conoció si fueron tuberculinizados en promoción o si es desconocido el *status* sanitario de esos animales.

Metodología de Análisis de Riesgo^{9, 5}.

- Identificación del peligro.

El peligro potencial existente en este análisis es *Mycobacterium bovis*.

- Evaluación del riesgo:

Evaluación de la difusión. Se describió la secuencia constante que ocurría en la entrada de ganado proveniente de otros estados de la República Mexicana a los establos del CAIT, provocando la difusión del peligro (*M. bovis*).

Se estimó cuantitativamente la probabilidad de que se desarrollase este proceso.

Los siguientes son los factores que se consideraron:

- a) Factores biológicos.
 - Vías de transmisión.
 - Transmisión horizontal
 - Directa (contacto animal con animal, aerógenos, ingestión).
 - Indirecta (fomites, hospederos accidentales).
 - Infectividad, virulencia y estabilidad de *M. bovis*.
 - Rutas de entrada (oral y respiratoria).
 - Sitios de predilección de *M.bovis*.
 - Impacto de las pruebas con PPD (sensibilidad, especificidad, falsos negativos, falsos positivos).
- b) Factores de la región de origen y destino.
 - Prevalencia y distribución de tuberculosis bovina.
 - Evaluación de los servicios médicos veterinarios y área de promoción en el CAIT.
- c) Factores del producto.
 - Número de animales movilizados.

Evaluación de la exposición. Se describieron los procesos biológicos necesarios para que bovinos susceptibles de los establos en el CAIT estuviesen expuestos al peligro (*M. bovis*) difundido a partir de una fuente de riesgo determinada (movilización de animales y otros factores siendo un

animal no infectado) y, se estimó cuantitativamente la probabilidad de esa exposición para ambos casos. Algunos de los factores fueron:

a) Factores biológicos.

- Susceptibilidad de los animales.
 - Edad.
- Vías de transmisión.
 - Transmisión horizontal
 - Directa (contacto animal con animal, aerógenos, ingestión).
 - Indirecta (fomites, hospederos accidentales).
 - Transmisión vertical (pseudo-vertical).
- Infectividad, virulencia y estabilidad de *M. bovis*.
- Rutas de infección (oral y respiratoria).
- Sitios de predilección de *M.bovis*.
- Impacto de las pruebas con PPD (sensibilidad, especificidad, falsos negativos, falsos positivos) y de cuarentena.

b) Factores de la región.

- Presencia de potenciales hospederos.
- Prácticas de manejo (producción, alimentación, medicina preventiva, reproductiva).

c) Factores del producto.

- Fin zootécnico de los animales.

Evaluación de las consecuencias. Se describió la relación entre determinadas condiciones de exposición a un agente biológico y las consecuencias directas e indirectas de esa exposición.

Los siguientes fueron algunos factores a considerar:

- a) Consecuencias directas.
 - Probables resultados de la infección en animales domésticos, y sus poblaciones en la cuenca.
 - Morbilidad.
 - Pérdidas en la producción.
- b) Consecuencias indirectas.
 - Consideraciones económicas.
 - Costo de la erradicación.

Estimación del riesgo. Se estableció con base en la integración de la evaluación de la probabilidad de ingreso (difusión y exposición) y la evaluación de las consecuencias de la enfermedad, usando el programa de simulación Latino Hipercúbico (@ risk v5.7).

- Manejo del riesgo. Por medio de la apreciación del riesgo no reducido, se describieron recomendaciones en cuanto a medidas que se pudiesen aplicar con el objetivo de reducir el riesgo.

- Documentación del proceso. Se documentaron de manera clara las fuentes de información utilizadas en el estudio, como parte del uso de la transparencia, parte fundamental en la metodología y proceso del análisis de riesgo.

Análisis estadístico:

Para determinar la Prevalencia Aparente, se calculó por estable a través de la división del total de positivos a la prueba con PPD sobre el total de la población expuesta, de este modo, la Prevalencia Real se calculó usando los valores de sensibilidad y especificidad de la prueba (cervical comparativa) con la siguiente ecuación:

$$PR = (PA+(ES-1))/(Se+(ES-1))$$

Donde:

PA =prevalencia aparente $[(a+b)/N]$,

SE =sensibilidad,

ES =especificidad,

Para el análisis estadístico se usó el programa STATA 11, donde se realizó el análisis exploratorio de los datos para evaluar la calidad y consistencia de la información, para detectar valores fuera de serie o no plausibles, se investigó la distribución de todas las variables, posibles adherencias a las suposiciones

estadísticas que se deben cumplir en las etapas posteriores del análisis estadístico. Se resumió información mediante estadísticos y se buscaron formas de categorizar variables. Posteriormente, se procedió a la realización de un análisis bivariado, buscando las variables asociadas con la presentación de tuberculosis bovina, mediante el estadístico de correlación de Spearman y una matriz de correlación de Pearson, de esta manera se desecharon aquellas variables que no lo estuvieran con una significancia estadística de $p < 0.5$, el resultado permitió ajustar los datos a un modelo de regresión logística, comenzando por un modelo saturado, confirmando la modificación del ajuste por variables confusoras y/o modificadoras de efecto, así se llegó al modelo con la mayor parsimonia, plausibilidad, y se revisó que cumpliera con los supuestos matemáticos que requiere este tipo de modelo χ^2 ($p < 0.05$), Z ($p < 0.05$), la probabilidad y la pseudo R^2 .

Además se realizó la evaluación global del ajuste del modelo de regresión obtenido, mediante la prueba de bondad de ajuste, una tabla de clasificación y una curva ROC (Receiver Operating Characteristic).

En el análisis para implicar diferencias entre los establos en control y los establos en riesgo, por medio de las variables que fueron asociadas en el modelo saturado se procedió a elaborar cuadros de contingencia calculando la razón de prevalencias de los grupos para averiguar su asociación con el factor de riesgo y determinar si los grupos son iguales o distintos cuando las variables fueron dicotómicas, en el caso de las variables categóricas, se realizo tablas de $n \times m$, cuando no se cumplían los supuestos de χ^2 , se empleó la prueba de Fisher.

Sesgos del estudio:

Se crearon preguntas cruzadas para cotejar las respuestas de los entrevistados en la encuesta (instrumento de medición) pues se dependía de la información que éstos proporcionarían. De este modo, se evitaron sesgos de información por parte de los informantes; por otro lado, los encuestadores recibieron capacitación para evitar modificaciones en las respuestas siguiendo su criterio o juicio; para confirmar que se levantó la encuesta en el estable y la consistencia de la información, se realizaron visitas aleatorias con la finalidad de verificar esta información.

Mediante una prueba piloto se validó el instrumento de medición, las variables se parametrizaron, se fijó la escala a emplearse, permitiendo su conceptualización y operacionalización, controlándose los sesgos de medición.

En cuanto a los sesgos de confusión que tuvo el estudio que no se contemplaron en el diseño, se corrigieron en el análisis multivariado, viendo la interacción o modificación de efecto, descartándose del modelo final.

VI. Resultados

Establos evaluados.

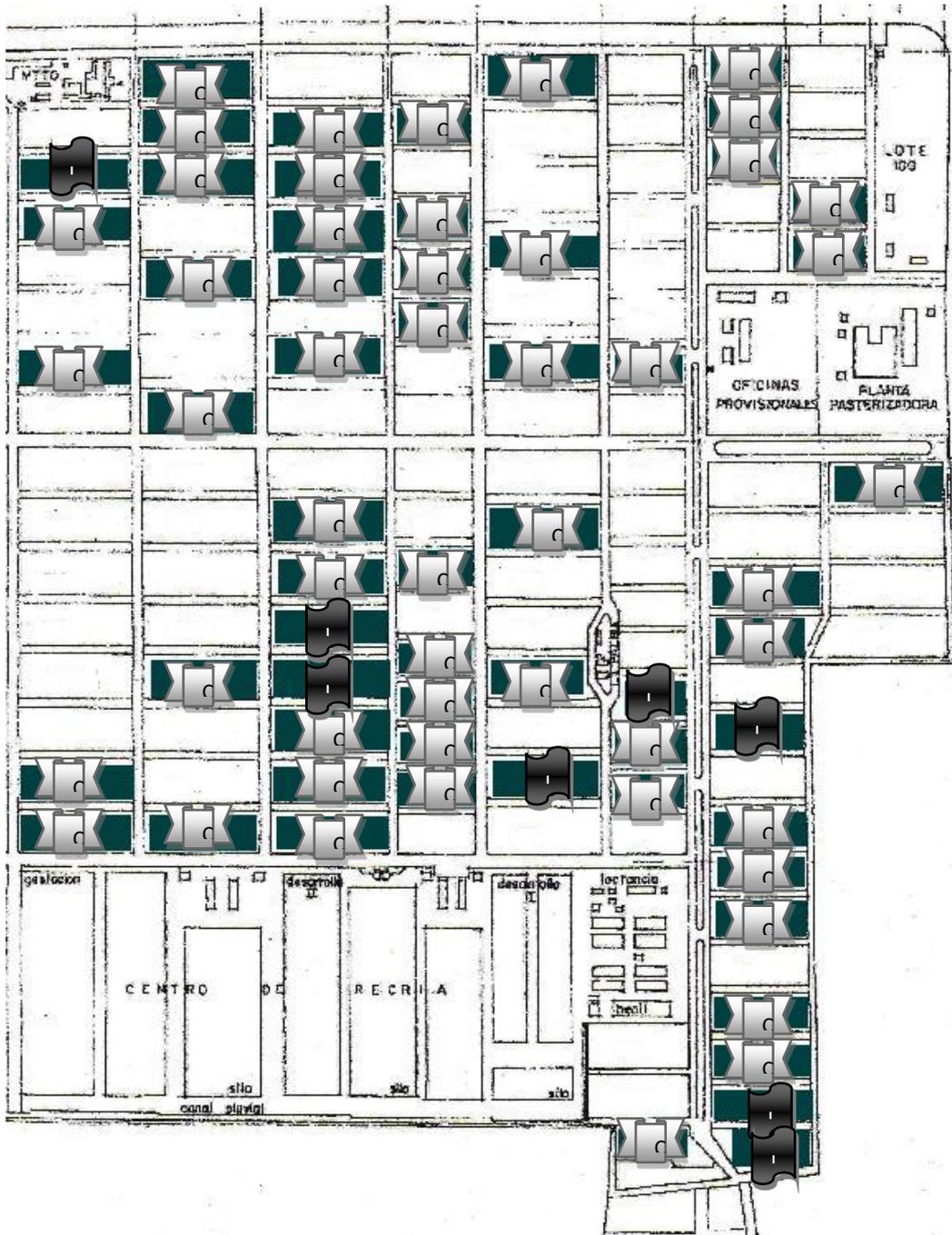
Se lograron aplicar 62 encuestas, se incluyeron los 40 establos que se encontraban inscritos en la Campaña Nacional contra la Tuberculosis Bovina al momento del estudio, y se obtuvo la información de 22 establos que no se encontraron inscritos; se clasificaron en establos libres y en control (figura 2).

Prevalencia.

Prevalencia Aparente= 9.35 %

Prevalencia Real= $0.10286029 = 10.29\%$ (de los establos inscritos en la campaña).

Figura 2. Ubicación espacial de los establos entrevistados en el CAIT y su *status* zoonosanitario, según la Campaña Nacional contra la Tuberculosis Bovina (libre y control).

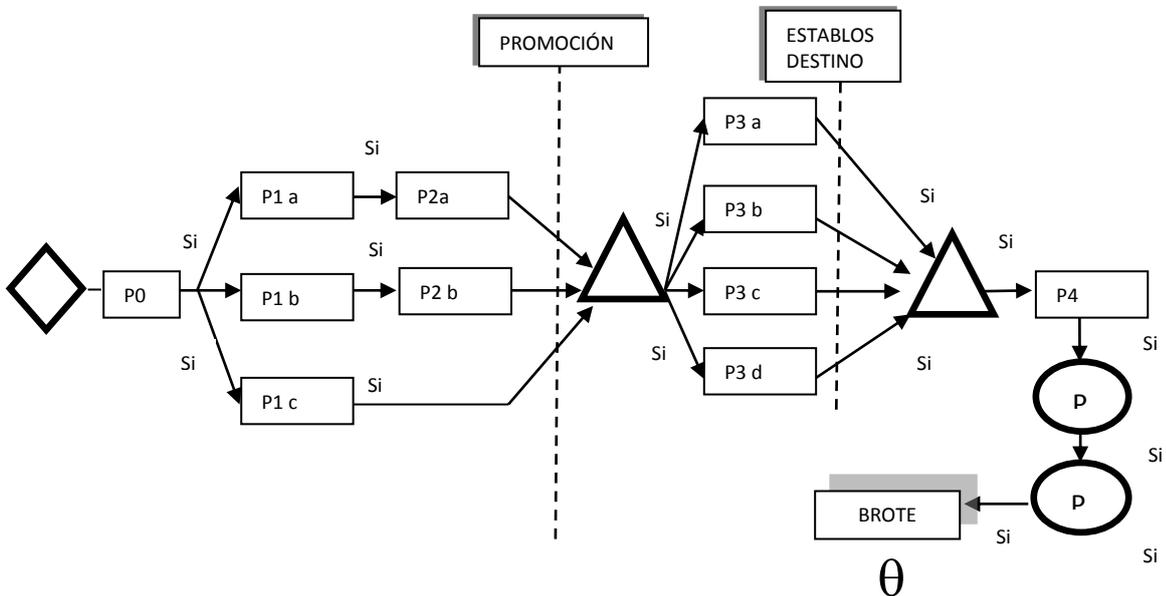


L= Establo libre.

C= Establo en control.

Análisis de Riesgo.

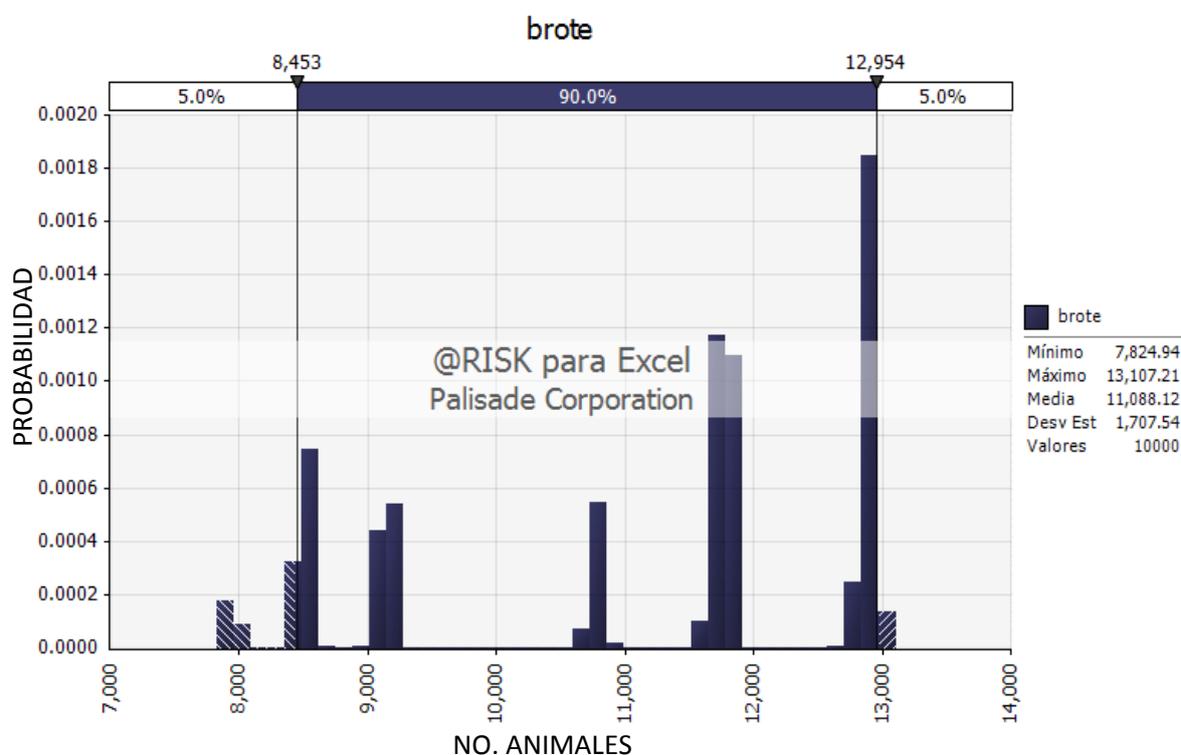
Figura 3. Árbol de escenarios de la introducción y diseminación de tuberculosis bovina por ganado proveniente de diferentes estados de la República Mexicana a establos del CAIT y factores de riesgo determinados en el modelo de regresión logística.



Cuadro 2. Definición de las entradas y salidas del árbol de escenarios, así como probabilidades de la introducción de tuberculosis bovina por ganado proveniente de diferentes estados de la República Mexicana a establos del CAIT y factores de riesgo determinados en el modelo de regresión logística.

Probabilidad	Concepto	Valor
	Volumen de ganado movilizado 2008-2009.	16,065
P0	Prevalencia de los estados de origen.	16.05 %
P1a	Hato infectado.	1,369.23
P1b	Hato no infectado.	7,161.77
P1c	Hato desconocido.	7,214
P2a	Bovino infectado.	1.21x10 ⁵
P2b	Bovino no infectado.	0
P3a	Animal Verdadero Positivo.	1232.30
P3b	Animal Verdadero Negativo.	7161.77
P3c	Animal Falso Positivo.	0
P3d	Animal Falso Negativo.	136.96
P4	Prevalencia del CAIT.	10.3%
P5	Transmisión del agente.	4155.6
P6	Diseminación a otros establos del CAIT.	8761.36
θ	Brote.	12916.96

Figura 4. Densidad de probabilidad del riesgo de brote de tuberculosis bovina en el CAIT, Hidalgo, México 2010.



Cuadro 3. Evaluación de las consecuencias de la diseminación de tuberculosis bovina en animales susceptibles en establos del CAIT, Hidalgo, México 2010.

Consecuencia	Concepto	Valor
Perdidas en la producción	Precio de compra de la leche al productor (\$4.35), SIAP (2009) por la media del parámetro de producción de leche vacas Holstein obtenido en la encuesta, por 2 años de producción, por el número de animales.	\$ 158,103,400.21
Morbilidad	Costo de la campaña (información del SENASICA, presupuestos del 2009).	\$ 226,636,000
Costo de erradicación	Costo de la erradicación de la enfermedad en el estado de Hidalgo. Precio del ganado en pie (\$10,000) por el número de animales que se infectarían.	\$ 129,540,000
Total	Total de pérdidas	\$ 514,279,400.21

**Diferencias entre establos libres y en control de tuberculosis bovina en el
CAIT, Hidalgo. (Análisis bivariado).**

Cuadro 4. Perros dentro de los establos del CAIT en el 2010.

	Establo libre	Establo en control	Total
Con perros	38	4	42
Sin perros	16	4	20
Total	54	8	62

RP=4.53

chi²=1.32

P>chi²=0.2500

Fisher= 0.2239

Cuadro 5. Reactores a PPD bovino en los establos del CAIT en el 2010.

	Establo libre	Establo en control	Total
Con reactores	39	4	43
Sin reactores	15	4	19
Total	54	8	62

RP=4.30

chi²=1.62

P>chi²=0.2032

Fisher= 0.1918

Cuadro 6. Manejo de las sobras de alimento en los establos del CAIT en el 2010.

	Establo libre	Establo en control	Total
Recicla alimento	50	5	55
No recicla	4	3	7
Total	54	8	62

RP=2.12

$\chi^2=6.29$

$P>\chi^2=0.0121$

Fisher=0.0397

Cuadro 7. Ordeña de ganado reactor a PPD bovino en los establos del CAIT en el 2010.

	Establo libre	Establo en control	Total
Ordeña	36	3	39
No ordeña	18	5	23
Total	54	8	62

RP=1.78

$\chi^2=2.54$

$P>\chi^2=0.1110$

Fisher=0.1160

Cuadro 8. Origen del ganado de reemplazo de los establos del CAIT en el 2010.

TBB	1	2	3	4	5	Total
Establo Libre	5	0	2	0	1	8
Establo en control	11	4	33	1	4	53
Total	16	4	34	1	5	61

1. Recría propia

2. Ganado fuera de CAIT

Pearson $\chi^2(4) = 7.2630$ Pr = 0.123

3. Propio y fuera de CAIT

Kendall's tau-b = 0.2066

4. Propio y de CAIT

Fisher's exact = 0.099

5. Propio, fuera y de CAIT.

Cuadro 9. Raza del ganado del CAIT en el 2010.

TBB	Holstein	Dos razas	Tres o más razas	Total
Establo Libre	4	3	1	8
Establo en control	32	11	11	54
Total	36	14	12	62

Pearson $\chi^2(2) = 1.2313$ Pr = 0.540

Kendall's tau-b = -0.0261

Fisher's exact = 0.574

Determinación de los principales factores de riesgo.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \beta_6 x_6 + \beta_7 x_7 + \beta_8 x_8 + \beta_9 x_9 + e_{ij}$$

Donde:

Y = Presencia o ausencia de tuberculosis bovina en el establo.

$\beta_1 x_1$ = Sobras de alimento. Variable dicotómica 0= No se les vuelve a dar, 1= Si se les vuelve a dar.

$\beta_2 x_2$ =Origen del ganado "3" (Propia y fuera del CAIT).

$\beta_3 x_3$ =Origen del ganado "6" (Propia, fuera de CAIT y de establos de CAIT).

$\beta_4 x_4$ =Reactores al prueba CC en el establo. Variable dicotómica 0= no hay reactores en el establo, 1= permanecen en el establo.

$\beta_5 x_5$ =Perros en el establo. Variable dicotómica 0= No hay perros en el establo, 1= Si hay perro s en el establo.

$\beta_6 x_6$ =Raza "2" (2 razas distintas).

$\beta_7 x_7$ =Raza "3" (3 razas distintas o más).

$\beta_8 x_8$ =Orden en la ordeña de vacas reactoras "1" (al final).

$\beta_9 x_9$ =Orden en la ordeña de vacas reactoras "2" (junto con otras vacas).

Si se sustituye la ecuación:

$$Y_i = \beta_0 + 62.54197 + 2.371468 + .1702423 + 1.323141 + 6.509776 + .1305133 \\ + 1.001744 + 2.390614 + 4.49537 + e_{ij}$$

Cuadro 10. Modelo de regresión logística, factores de riesgo asociados a la presentación de casos de tuberculosis bovina en establos del CAIT, 2010.

		LR chi² (9)	17.42		
		Prob > chi²	0.0425		
		Pseudo R²	0.3793		
Tuberculosis bovina	Odds Ratio	Z	P > Z	Intervalo de confianza 95%	
Sobras	62.54197	2.10	0.036	1.311528	2982.399
Origen ganado2	Omitido				
Origen ganado3	2.371468	0.67	0.503	.1890146	29.75356
Origen ganado4	Omitido				
Origen ganado5	.1702423	-0.77	0.443	.0018519	15.65002
Reactores	1.323141	0.23	0.815	.1275024	13.73074
Perros	6.509776	1.31	0.189	.398968	106.217
Raza2	.1305133	-1.70	0.089	0.125325	1.359164
Raza3	1.001744	0.00	0.999	.0259073	38.73382
Orden1	2.390614	0.72	0.473	.2216328	25.78606
Orden2	4.49537	0.75	0.453	.0885932	228.1027

Evaluación del modelo de propuesto de regresión logística.

Cuadro 11. Prueba de Bondad de Ajuste.

Número de observaciones =	56
Número de patrones de covarianza=	9
Pearson chi (26)=	31.29
Prob > chi ² =	0.2177
Hosmer –Lemeshow chi ² (8)=	4.92
Prob > chi ² =	0.7659

Cuadro 12. Cuadro de clasificación.

Cuadro 12.1 Cuadro de contingencia del Modelo logístico para tuberculosis bovina.

Clasificación	E	-E	Total
+	47	4	51
-	1	4	5
Total	48	8	56

Cuadro 12.2 Verdaderos Enfermos definidos con Tuberculosis Bovina.

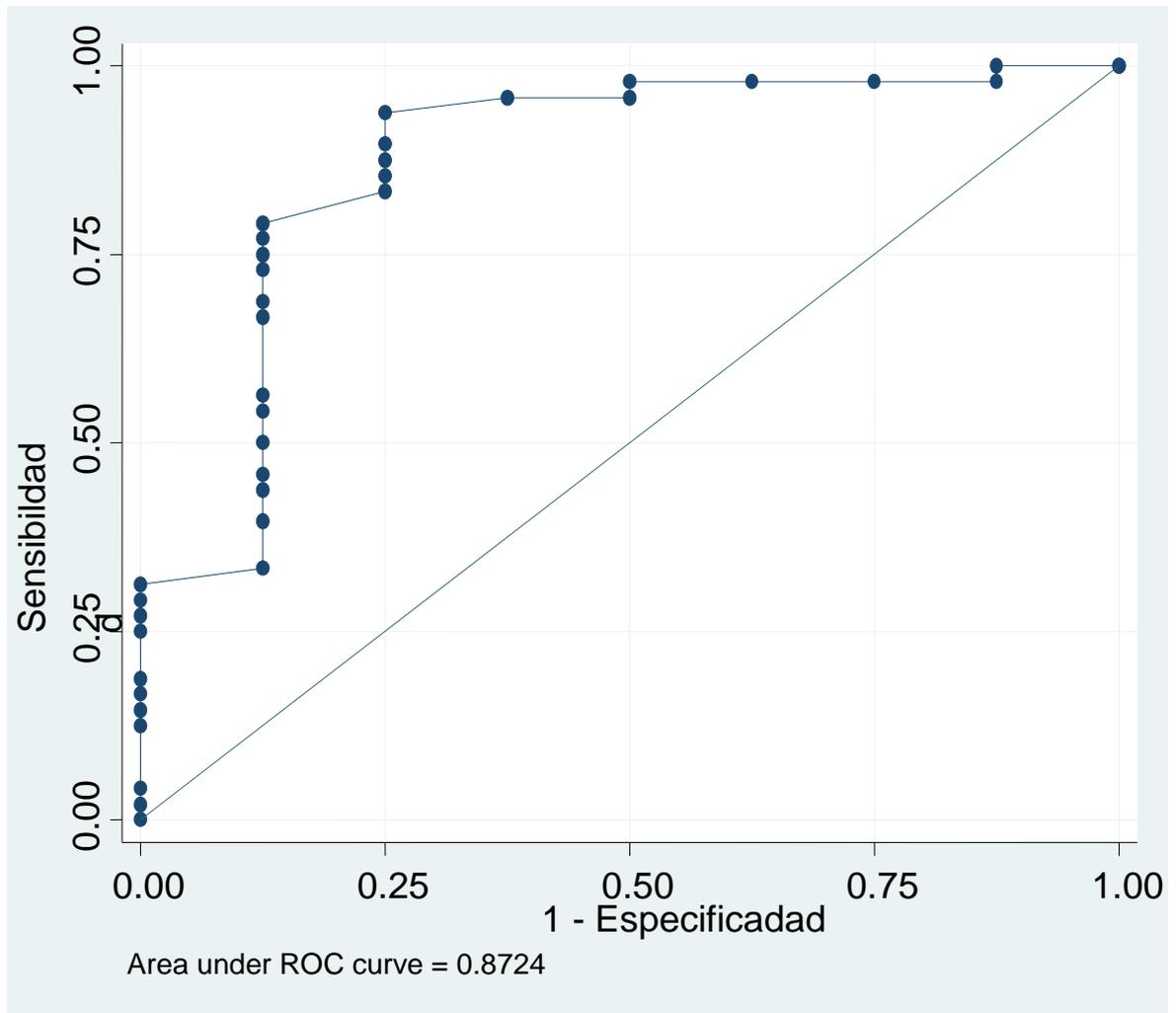
Clasificación + si se predice $Pr(E) \geq 0.5$

Sensibilidad	$Pr(+ E)$	97.92%
Especificidad	$Pr(- -E)$	50.00%
Valor predictivo positivo	$Pr(E +)$	92.16%
Valor predictivo negativo	$Pr(-E -)$	80.00%
Falsos + para -E	$Pr(+ -E)$	50.00%
Falsos - para E	$Pr(- E)$	2.0%
Falsos + clasificados +	$Pr(-E +)$	7.84%
Falsos - clasificados -	$Pr(E -)$	20.00%
Correctamente clasificados		91.07%

Cuadro 13. Curva ROC del modelo logístico para tuberculosis bovina.

Número de observaciones=	56
Área bajo la curva ROC=	.8724

Figura 5. Área bajo la curva del modelo de regresión logística.



Cuadro 14. Variables no significativas consideradas confusoras y/o modificadoras.

Variable	Tipo	Spearman	Pearson
Pasillo	Dicotómica	0.1374	.2868
Aislamiento	Dicotómica	0.0627	.6283
Hato	Discreta	0.2042	.1855
Número de ordeños al día	Categórica	0.0220	.6724
Estado de la Republica Mexicana	Categórica	-0.1836	0.9532
Lugar de recría	Categórica	0.880	.7095
Edad de las vacas	Discreta	0.0330	.9156
Edad de desecho	Discreta	-0.1043	.6091
Desechos al año	Continua		.1642
Calostro	Dicotómica	-0.0693	.5838
Venta de animales a otros EC	Dicotómica	0.0486	.7037
Muertes al mes		.5622	.4426
Mezcla animales entre establos	Dicotómica	-0.0645	0.3803
Manejo Calostro	Categórica	.0497	.6419
Origen del calostro	Categórica	.1971	.7743
Consumo leche recría	Dicotómica	-.1193	.5132
Tratamiento leche	Dicotómica	.	.
PPD al año	Categórico	-.2511	.0147
Gatos	Dicotómica	.0299	.4162
Número de perros	Discreta	-.2085	.4962
Número de gatos	Discreta	.2035	.2363
Otros animales	Dicotómica	.2505	2505
Número de otros animales	Discreta	.1508	.3943
Acceso perros ajenos	Dicotómica	-.0299	.5752
Enfermedades de vacas	Categórica	.0226	.8754
Enfermedades de becerras	Categórica	.1322	.3498
Animales enfermos a la semana	Discreta	-.0908	.7171

Problemas con fauna nociva	Dicotómica	-.2095	.3187
PPD movilización	Categórica	.1418	.3007
Manejo sospechosos	Categórica	.0555	.4254
Limpieza y desinfección	Dicotómica	.1146	.3753
Restricción al almacén de alimento	Dicotómica	.1011	.4344
Rutina de desinfección	Categórica	.1146	.3753
Acceso de visitas	Dicotómica	.0071	.9564
Áreas permitidas a las visitas	Categórica	-.0788	.2998
Tapete	Dicotómica	.0976	.1201
Vado	Dicotómica	.1240	.8636
Lavado de bebederos	Categórica	.0114	.7768
Lavado de comederos	Categórica	-.0994	.6172
Desinfección de pezoneras	Dicotómica	.	.
Cantidad de calostro	Discreta	.0159	.3418
Densidad	Continua	0.0827	.0077

VI. DISCUSIÓN

Uno de los objetivos que se logró cumplir en este estudio, consistió en estimar la prevalencia aparente (9.35%), así la prevalencia real calculada resultó en 10.29%, ambos resultados corresponden solamente a los establos que estuvieron inscritos en la campaña durante el estudio; al comparar este resultado con lo obtenido en los boletines epidemiológicos a través de la página del SENASICA, encontramos una prevalencia de 16.5% para el estado de Hidalgo, este dato corresponde al ganado productor de leche, por lo que, se necesita contar con la información pertinente para evaluar la situación de todos los establos, y de este modo alcanzar una prevalencia más allegada a la realidad permitiendo una comparación más objetiva, probablemente podría realizarse con un modelo matemático en el cual estuviese toda la cuenca, tomando en cuenta las variables en el modelo, con esto se estimaría la probable prevalencia real de la cuenca.

En el análisis bivariado las variables resultaron no significativas estadísticamente, por tal motivo fue necesario reagrupar las variables cuantitativas, convertirlas en variables “dummy”, buscar puntos de corte con base a los cuartiles, pero no lograron mostrar significancia. Muchas de estas variables se clasificaron como confusoras debido a la interacción entre las variables de interés en el modelo saturado, las cuales se enlistaron en el cuadro “14”.

En cuanto a la comparación de los establos libres y en control, usando los factores encontrados mediante la regresión logística, a consecuencia de obtener valores menores a 5 en las celdas, se procedió a usar la prueba de Fisher en vez de la

estimación de χ^2 ; de esta manera, no se observaron diferencias entre los grupos a pesar de que en la cuenca existen establos libres de la enfermedad, sólo el manejo de las sobras de alimento mostró disparidad (RP 2.12 y F 0.0397).

En este contexto podemos suponer que una de las razones de este resultado, en primer lugar por la creación política de la cuenca con una planificación zoonosanitaria inadecuada provocó que todos los establos estén bajo factores de riesgo común, la cercana contigüidad contribuye al incremento de la prevalencia, fomentando la transmisión del agente de la enfermedad; en la figura "2" , los establos "L" con *status* de libre conviven con establos en control. Para SENASICA son establos con prevalencias mayores a 2.5 hasta 16.5 para cuencas lecheras o desconocidas en una cuenca, donde además muchos establos vecinos tienen historia de brotes, de este modo es admisible creer que estos establos siguen siendo una fuente de infección para los establos libres de la enfermedad, así como muestra un estudio de factores de riesgo asociada con límites de las granjas, los vecinos y la vida silvestre en Irlanda del Norte por Denny y Wilesmith (1999), este trabajo concuerda con otro estudio hecho por Ramirez- Villaescusa y col (2010), donde encontraron que la ubicación de la granja es importante para la presentación de tuberculosis en el establo, así como el número de vecinos con brotes confirmados.

Para la identificación de los principales factores de riesgo, se eligió el modelo que mejor predijo y explicó la presentación de tuberculosis bovina en los establos del CAIT, y como parte complementaria de los resultados obtenidos en el modelo multivariado, se procedió a evaluar el modelo de regresión logística, en el cual, se

puede decir que el modelo sugerido se encuentra bien ajustado, tiene una sensibilidad y especificidad de 91.07%, y el área bajo la curva es de 87.24%.

En general ninguna de las variables ajustó en la probabilidad de Z (exceptuando las sobras de alimento con un $P= 0.036$, se decidió admitirlas en el modelo por que tienen plausibilidad biológica en la cadena causal de la enfermedad. En cuanto al modelo, éste se encuentra asociado al evento ($\chi^2 0.0425$) y predice el 37.93% de que la presentación de tuberculosis bovina en establos entrevistados de CAIT sea por los predictores presentados.

Un importante factor que se encontró durante el desarrollo del análisis estadístico, es el del manejo de las sobras de alimento, con un OR de 62.5, es decir es la probabilidad de tener casos de tuberculosis bovina en el establo por reciclar las sobras de comida en comparación con los establos que no lo hacen, ajustado por las demás variables. El reciclamiento consiste en retirar el alimento que el ganado en producción no se terminó y se reasigna a las vacas secas y/o a las becerras o al mismo ganado al que se le retiró; debido a este manejo del alimento los animales que eliminan al agente por expectoraciones que contaminan el alimento, y ya que la *M. bovis* puede sobrevivir en superficies y en suspensión en algunas circunstancias durante largos periodos como lo describe Ramírez-Villescusa y col (2010) hace imperativo admitir que es probable que la tuberculosis esté en aumento en los establos y se llegue a reflejar en unos años más por el carácter crónico de la enfermedad; convendría entonces estudiar más a fondo esta situación, ya que los animales a los que se les está exponiendo a la bacteria son animales cuyo estado inmunológico se encuentra deprimido lo que crea una susceptibilidad mayor; no

podemos olvidar la probabilidad de que las crías de este ganado desarrollen tuberculosis a temprana edad o que, debido a la exposición durante la gestación, nazcan infectados convirtiéndose en portadores que estén eliminando el agente comprometiendo la salud de las otras becerras. En la inspección o con pruebas diagnósticas como la histopatología, cultivo de la bacteria en nódulos linfáticos asociados o ambas, se podrán obtener resultados que ayuden a confirmar el probable incremento de casos de tuberculosis bovina.

El hecho de que se guarde y recicle el alimento es prácticamente una condición que se vive en ciertas producciones lecheras donde se invierte poco a la unidad, ya que los dueños de los establos tienen el hábito de no desperdiciar y de este modo se reducen costos en el alimento, aumentando sus utilidades en la venta de leche, con esta política de manejo se hace caso omiso de la sanidad del ganado, convirtiéndolo en un factor de riesgo que se encuentra muy asociado a la presentación de tuberculosis bovina en los establos del CAIT, factor que no se encuentra bien estudiado o medido ya que sólo en países desarrollados se ha considerado el tipo de alimento como objeto de estudio, Humblet y col. (2009), concluyen que los factores de manejo están fuertemente asociados con la presentación de tuberculosis bovina y es necesario resolver esta situación.

En cuanto al origen del ganado se omiten dos valores debido a la pobreza de observaciones dentro de la variable. Sin embargo, por adquirir animales fuera del CAIT hay 2.37 probabilidad de presentar casos de tuberculosis bovina dentro del establo, ajustado por los demás determinantes en comparación con los establos que no realizan esta actividad, así como 0.1702 probabilidad de tener casos de TBB

por adquirir del CAIT, realizar incremento natural y obtener ganado de otros estados. Estos resultados implican que adquirir animales para reposición de otros lugares fuera de la cuenca y juntarlos con el incremento natural del establo promueve la aparición de casos de tuberculosis bovina, así como la adquisición de ganado por tres tipos de entradas (incremento natural, fuera del CAIT y de establos del CAIT). Indirectamente en este factor de riesgo podemos encontrar diferentes situaciones que favorecen la entrada de *M. bovis* al establo, exponiendo a los animales y el desarrollo de la enfermedad; uno es el mezclar animales de diferentes establos, muchos ganaderos son dueños de más de un establo en donde de acuerdo con sus criterios de producción van incorporando animales o movilizándolos a otro establo, provocando la exposición y posterior diseminación del agente. De esta manera el movimiento incluso dentro del establo a otros sitios es uno de los factores más asociado con el incremento de tuberculosis bovina, tal como concluyen Hadorn y Stark (2008) en un estudio para el mejoramiento de sistemas de vigilancia en enfermedades infecciosas emergentes.

Otro factor importante, es que existe poco ganado que llega al CAIT probado para tuberculosis desde el origen; aunado a esta problemática, el ganado que llega a promocionales reactor a PPD bovino o/y sin certificado de movilización entra a la cuenca, de igual modo varios establos optan por no respetar las medidas de bioseguridad ingresando ganado a la cuenca, lo que inevitablemente trae consecuencias, como lo son el desconocimiento del lugar de origen y el status sanitario de estos animales.

Con respecto a los animales que entraron en los dos años de este estudio, se debe señalar que casi el 50% no tenía el registro del estado de la República Mexicana del que fueron movilizados, sumándose a la problemática de la incertidumbre de un lugar de origen de alto riesgo o con alta prevalencia de la enfermedad. El movimiento de ganado, así como el origen de éste, son puntos bien desarrollados en investigaciones anteriores donde se demuestra que son factores de riesgo en la presentación de TBB en hatos lecheros. En un trabajo de White y col. (2010), se demuestra que la introducción de ganado de zonas de alto riesgo puede contribuir al aumento y persistencia de la enfermedad en hatos lecheros, así como lo hacen Ramirez- Villaescusa y col (2010), quienes aseveran que la compra de ganado es un riesgo de introducción y reintroducción de la enfermedad al establo, concordando también con lo descrito por Green y col. (2008), de que el aumento de la proporción de la infección son debidas al movimiento de ganado; además, podemos incluir en este resultado el hecho de que la cuenca de Tizayuca no es una cuenca libre de TBB; de este modo cobra sentido que se tome como un factor de riesgo el origen del ganado.

La existencia de ganado reactor que no se sacrifica y que convive con el resto de los animales da como resultado 1.3231 veces la probabilidad de presentar animales con TBB en el establo, en comparación con los establos que sí sacan a estos animales de la unidad ajustado por el resto de los factores. Si la vía de transmisión aerógena es la más común para la infección del ganado como lo describen Humblet y col. (2009) por lo que consideran que el contacto con animales clasificados como reactores que supuestamente ya tienen la enfermedad y su persistencia en el establo, da como resultado la exposición de ganado susceptible a *M. bovis*, como lo

concluyen Ramirez- Villaescusa y col (2009, 2010). La condición previa de infección también puede ser considerada como factor determinante en la presencia de casos de tuberculosis bovina por año conforme un trabajo hecho por Porphyre y col. (2008), porque a pesar de que rigurosamente dos veces al año se realiza una limpieza y desinfección del establo por parte de la Asociación Ganadera Local, y según el fabricante del producto asegura la eliminación del agente, lo cierto es que no se procede a su comprobación usando algún indicador, lo que condiciona a infecciones por el agente cuando existe historia de tuberculosis bovina en el establo, como lo concluyeron en un estudio de evaluación de factores de riesgo realizado por Humblet y col en 2010.

El contacto estrecho con animales infectados durante un tiempo prolongado aumenta el nivel de exposición durante el período de vida del ganado, sugiere la manifestación de más casos de tuberculosis bovina en el hato, como lo concluyen Wolfe y col. (2009), situación que se refleja en el CAIT por la prevalencia que tiene.

Dentro del contacto entre animales reactivos y ganado susceptible, es importante hacer referencia a una condición posiblemente única que se asentó en la cuenca, muchos de los ganaderos que tienen varios establos, cuando algunos de ellos se presenta un determinado número de animales reactivos, simplemente los mandan a establos de segregación para evitar pérdidas en el sacrificio y hacer rendir la producción láctea; esta situación lejos de ser mal manejo es una alternativa a comparación de sólo separarlos en el mismo establo y ordeñarlos junto con el otro ganado “no enfermo” que está en producción. Esto trae como consecuencia, el aumento de la tasa de infección por transmisión aerógena en los animales por

exposición al ganado que está eliminando al agente. De este modo, el tipo de manejo influencia el contacto entre animales que están en confinamiento conforme lo publicado por Humblet y col. (2009), promoviendo de esta manera la diseminación a más animales pues parte del manejo es juntar a los animales entre establos que comparten todo, incluso las enfermedades.

De esta forma, el ordeño junto con animales enfermos y no enfermos es un factor que posee 2.39 veces la probabilidad de que existan animales con TBB en la unidad, ajustado por las demás variables en comparación con los establos que no realizan este manejo. Este mal manejo sin duda alguna promueve la persistencia del agente en el medio así como la prevalencia en el establo, lo que coincide con los resultados obtenidos por Kaneene y col. (2002) en los Estados Unidos.

En referencia a la presencia de perros en los establos como factor de riesgo, éste tiene 6.509 veces la probabilidad de presentar caso de TBB en el establo en comparación con los establos que no tienen perros, ajustado por los otros determinantes; no existe información o es escasa sobre el papel de las mascotas en la transmisión de *M. bovis* en establos. Ahora bien, tuberculosis por *M. bovis* es una zoonosis con un complejo patrón epidemiológico que incluye la transmisión de la infección en el interior y entre los animales de granja y poblaciones de vida silvestre, por lo que en diferentes especies domésticas y no domésticas se ha registrado la enfermedad; unas de estas especies son las mascotas (gatos y perros). Los gatos y los perros están bajo riesgo de adquirir infección por *M. bovis*, en tanto, es posible que estas especies pudieran jugar un papel en el mantenimiento de la bacteria en los establos como lo concluyen Wilkins y col.

(2008), asimismo O'Reilly y Daborn (1995), quienes revelan que estos animales pueden ser infectados y ambos coinciden en que no hay suficiente evidencia de que representen una fuente de infección para la transmisión de ganado infectado a perro, sobre todo cuando viven exclusivamente dentro del establo. Un punto importante es que los perros pueden representar un riesgo a la salud pública, por ser susceptibles y por el alto contacto con humanos como lo concluyen Une y Mori (2006).

En la cuenca se registraron 283 perros y 15 gatos con dueño según un censo realizado por Bautista en el 2010. Un porcentaje de perros habita sólo el establo donde son alimentados y otro tanto deambula por toda la cuenca incluyendo otros establos, entrando sin restricción. La alimentación de los caninos es una vía de entrada del agente, muchos de estos perros tienen el hábito de beber líquido en la canaleta donde corre excremento y en otras ocasiones beben leche o comen órganos del ganado. Posiblemente estudios anteriores no reporten resultados semejantes como esta investigación por muchas circunstancias incluyendo la cantidad de perros que hay en un área de 220 has, por lo que la falta de información sobre estas poblaciones hace ineludible la necesidad de un estudio epidemiológico, microbiológico más profundo; igualmente se debe destacar la ausencia de una adecuada prueba diagnóstica de la enfermedad en perros, así como en otras especies.

Otro aspecto que tiene relevancia es el hecho que en esta cuenca lechera muchos dueños utilizan las instalaciones de los establos para producir o desarrollar otras especies, aunque no resultaron un factor de riesgo, la presencia y número de estas

especies, es importante hacer un seguimiento de esta situación, ya que epidemiológicamente y de acuerdo con las buenas prácticas de manejo no es correcto que la producción se encuentre abierta y por otro lado, se arriesgue la salud de todas estas especies incluyendo la del humano.

El último factor de riesgo asociado con la presentación de tuberculosis en hatos lecheros, fue la raza, por el hecho de que existan dos razas hay 0.13 y por tener tres razas distintas 1.00 veces la probabilidad de tener animales con TBB en el establo ajustado por las demás variables en comparación con los establos que solo tiene una raza. En este estudio resultó significativa la probabilidad de que por tener dos o tres diferentes tipos de raza en una misma producción lechera se esté en riesgo de tener casos de tuberculosis bovina en el ganado; Ower y col. (2001), reconocen la existencia de cierta susceptibilidad de algunas razas a la tuberculosis bovina como el ganado Cebú, a diferencia de otro estudio realizado por Ameni y col. (2006), en donde, la gravedad de la enfermedad es idéntica en diferentes razas cuando se mantuvieron en un potrero. Según lo reportado por Elias y col. (2008), no parece contribuir de forma significativa a la aparición de casos de tuberculosis bovina. Para Humblet y col. (2009) la susceptibilidad de razas posiblemente está relacionada con las diferencias en el manejo, ya que el ganado de leche se encuentra en condiciones intensivas por lo que sugiere la realización de más estudios sobre este aspecto para confirmar y resolver este dilema.

Los resultados obtenidos por el modelo estocástico de probabilidad simulado mediante el programa @risk estimaron tres principales escenarios. La probabilidad de presentarse un brote es de 0.00019 con un mínimo de 7,824.94 animales y un

máximo de 13,107.21, con una probabilidad de enfermar de 0.00013, una media de 11,088.12 y una desviación estándar 1,707.54; sin embargo, conteniendo al 90%, la probabilidad más alta (0.00183) se presenta para 12,954 animales de enfermar de tuberculosis bovina. Esta última estimación del riesgo se debe entender en términos cualitativos como de ligera a moderada según la tabla de valores en la guía para elaborar un análisis de riesgo realizado por la OIE.

Las consecuencias comparadas con el riesgo de diseminación, son notoriamente enormes hablando económicamente; restaría hacer una estimación de las pérdidas que socialmente causa la enfermedad y si ésta no se controla, el daño a la población humana, por lo que convendría realizar un cambio aplicando algunas medidas inmediatamente. En la sección de conclusiones se describe la parte práctica del análisis que corresponde al manejo del riesgo.

Concluyendo así, la información de los dictámenes de la Campaña Nacional Contra la Tuberculosis Bovina de los establos que se encontraban inscritos durante el estudio en el Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca fue de 10.29%. Los factores de riesgo mayormente asociados con la presentación de casos de TBB fue el manejo de las sobras de alimento, por el hecho de que se recicle indudablemente se está encaminando a tener más casos, así como el que existan perros dentro de la unidad de producción, no se sacrifiquen animales, por el contacto durante el ordeño de ganado reactor y ganado susceptible así como el origen del ganado de reemplazo. No se encontraron diferencias entre los establos libres y en control de los determinantes, a excepción del manejo de las sobras de alimento.

VII. CONCLUSIONES.

El problema que existe en esta cuenca lechera, no es un conflicto que pueda resolverse sí sólo se enfoca a solucionar la sanidad animal con medidas sanitarias y de control de enfermedades que logren disminuir el riesgo a las poblaciones susceptibles del CAIT, además, es una cuestión que requiere la participación de todos los sectores involucrados, incluyendo instituciones de educación superior. Por un lado los gobiernos estatal y federal, con las estrategias de la campaña. El sector pecuario requiere exigir servicios veterinarios de calidad y la obligación moral y ética del entendimiento de la salud no sólo en términos de rentabilidad si no en promover en la población una cultura del consumo de leche. Finalmente, a través de la enseñanza mostrar a los alumnos involucrados con el sector que confirmen que la producción de leche se realiza con las mejores prácticas de manejo en instalaciones adecuadas y respetando las medidas de bioseguridad, de este modo exponer a la luz este conocimiento formando mejores profesionistas.

Algunas recomendaciones que se proponen para mejorar la situación son las siguientes:

1. Organización de los productores (dueños de los establos), formando un comité para el desarrollo de estrategias, exigir derechos y el cumplimiento de obligaciones en la producción de leche bovina.
2. Es necesario la erradicación del agente en las poblaciones animales afectados.
3. Aplicar realmente una cuarentena (área de promoción) en el CAIT, con una adecuada restricción de la movilización de ganado y observación.

4. Mejora del medio ambiente mediante la instauración de un programa de que higiene de las instalaciones, así como una mejoría en el diseño y conservación del establo.
5. Aplicación de un programa de bioseguridad; es forzoso que la unidad de producción sea única y exclusivamente para la producción de bovinos lecheros, por lo que hay que evitar otras especies cohabitando con el ganado.
6. Se requiere capacitación en buenas prácticas de manejo e incentivación, logrando un respeto por su trabajo a través de un beneficio económico.
7. Educar e informar a la población para que ejerza su derecho al consumo de leche, productos y subproductos de origen animal inocuos.
8. Capacitación especialmente en nutrición, ya que se puede llegar a tener una buena dieta sin desperdiciar insumos y sobre todo sin reciclar el alimento, evitando una puerta de entrada del agente que causa la tuberculosis bovina.
9. Participación de académicos y alumnos de educación superior que ejecuten prácticas con las medidas sanitarias correspondientes, proponiendo salidas a fin de resolver conflictos, exigir bienestar animal y una producción de leche inocua.
10. Se necesita una segunda prueba diagnóstica que confirme la verdadera infección por M. bovis, sin sacrificar animales, solamente por las pruebas tuberculínicas; una de estas pruebas que podría ayudar es la de gamma interferón, debido a su excelente sensibilidad y especificidad.

En cuanto a los resultados obtenidos por el modelo de regresión logística y estocástico mediante el @risk 5.7, si bien es cierto que ambos modelos matemáticos

brindan información del riesgo en forma de probabilidad, el primero ofrece una estimación puntual y el otro, una distribución de probabilidad, cada cual posee sus ventajas y desventajas debido a su alcance y límites, sin mencionar el abanico de su utilización. Ambas ayudan en la toma de decisiones, sin embargo es importante tener más posibilidad para que se facilite esta decisión.

El análisis de riesgo cuantitativo tipo estocástico es una herramienta con gran poder de predicción que requiere manejo de programas como el Excel y @risk, también demanda una alta comprensión de probabilidad y sus distribuciones. Además es preciso tener el diseño del modelo a correr y la información obligatoria, así como sus entradas y sus salidas por lo que se facilitará el planteamiento de una solución de los resultados obtenidos. El desarrollo de su metodología se realiza en un periodo largo aun cuando se realice por un grupo de personas, esto le brinda mayor precisión y eficiencia al modelo.

REFERENCIAS.

1. CFE. Análisis de riesgos mediante la metodología HAZOP a subestaciones de CFE. Revisión Bibliográfica capítulo 3.
2. Osborne CG, McElvaine MD, Ahl AS, Glosser JW. Risk analysis systems for veterinary biologicals: a regulator's tool box. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz. 1995; 14(4):925-935
3. MacDiarmid S.C. Risk analysis and the importation of animals and animal products. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz. 1993; 12 (4): 1093-1107.
4. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA-Unidad de Análisis de Riesgo), 2004. Análisis de Riesgo Cualitativo para la Identificación de Factores de Riesgo Vinculados a la Potencial Ocurrencia de Peste Porcina Clásica en la República Argentina.
5. Murray, N. Import Risk Analysis, Animals and Animals Products, 2002. MAF Biosecurity, New Zealand.
6. Pinto, C.J., Rojas, O, H. Análisis de riesgo en salud animal: Una herramienta para la toma de decisiones, 2001. Monografías de Medicina Veterinaria, 21(1). http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/CDA/mon_vet_seccion/0,1419,SCID%253D7882%2526ISID%253D416,00.html
7. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), 2004. Disponible en: [http://www.inifap.gob.mx/quienes_somos/noticias/SITUACION_TUBERCULO SIS.pdf](http://www.inifap.gob.mx/quienes_somos/noticias/SITUACION_TUBERCULO_SIS.pdf)

8. Ward de, J. H. 2005. Tuberculosis bovina. Manual de ganadería de doble propósito. Laboratorio de Tuberculosis, Instituto de Biomedicina. Caracas, Venezuela. pp. 364- 369.
9. Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). Análisis de Riesgo, Guía para la Elaboración de un análisis de Riesgo en Salud Animal.
10. Anónimo. 2009. Guía para el uso de @risk, Programa de complemento para el análisis y simulación de riesgos en Microsoft Excel. Palisade Corporation. pp. 3-4.
11. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, 2009. Análisis de riesgo. Disponible en: <http://www.senasica.gob.mx/default.asp?id=536>.
12. Serrano P, E. Análisis de Riesgo Sanitario, Concepto y Etapas. Manual de Trabajo del Seminario sobre Epidemiología y Análisis de Riesgo; 2001 junio 20-22; San Salvador, El Salvador. El Salvador (San Salvador): Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), 2001.
13. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), 2007. Comprendiendo el Acuerdo de la OMC sobre la aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias.
14. Green, D, M., Kiss, I, Z., K., Mitchell, A, P., Kao R, R. 2008. Estimates for local and movement-based transmission of bovine tuberculosis in British cattle. Proc. R. Soc. B 275, 1001–1005.
15. Biet, F., Boschioli, M. L., Thorel, M. F., Guilloteau, L. A. 2005. Zoonotic aspects of *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium avium-intracellulare* complex (MAC). Vet. Res. 36: 411–436.

16. Acha, P. N., Szyfres, B. 2001. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. 3era edición, Vol. 1 Bacteriosis y Micosis. OPS, Publicación científica y técnica no. 80. pp. 266-280.
17. Thoen, C. O., Steele, J. H., Gilsdorf, M. J. 2006. *Mycobacterium bovis* Infection in Animals and Humans. 2ª edición, Blackwell Publishing. pp. 34-39.
18. Rua-Domenech, de la R., Goodchild, A.T., Vordermeier, H.M., Hewinson, R.G., Christiansen, K.H., Clifton-Hadley, K.H. 2006. Ante mortem diagnosis of tuberculosis in cattle: A review of the tuberculin tests, c-interferon assay and other ancillary diagnostic techniques. *Research in Veterinary Science* 81:190–210.
19. Rua-Domenech, de la R. 2006. Human *Mycobacterium bovis* infection in the United Kingdom: Incidence, risks, control measures and review of the zoonotic aspects of bovine tuberculosis. *Tuberculosis* 86: 77–109.
20. Müller B, Vounatsou P, Ngandolo BNR, Diguimbaye-Djai'be C, Schiller I, et al. (2009) Bayesian Receiver Operating Characteristic Estimation of Multiple Tests for Diagnosis of Bovine Tuberculosis in Chadian Cattle. *PLoS ONE* 4(12): e8215. doi:10.1371/journal.pone.0008215
21. Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), 2004. Manual of Diagnostic Test and Vaccines for Terrestrial Animals. Bovine tuberculosis, chapter 2.3.3. Disponible en: http://www.oie.int/esp/norms/mmanual/A_00054.htm
22. Ward de, J. H. 2005. Tuberculosis bovina. Manual de ganadería de doble propósito. Laboratorio de Tuberculosis, Instituto de Biomedicina. Caracas, Venezuela. pp. 364- 369.

23. Wedlock, D. N.; Skinner, M. A.; Lisle, G. W., Buddle, B. M.; 2002. Control of *Mycobacterium bovis* infections and the risk to human populations. *Microbes and Infection* (4) 417-480.
24. Romero, T. A., Estrada, C. C., García, S. J. A., Guevara, V. J., Arriaga, D. C. 2003. Asociación de la excreción de *Mycobacterium bovis* con la respuesta inmune específica en un hato de alta prevalencia. *Memorias del XXVII. Congreso Nacional de Buiatría. AMMVEB. Villahermosa Tab.*, Disponible en: ammveb.net/XXVII%20CNB/memorias/Enfermedades_Infecciosas/Oral/Trabajo_44_Asociacion_de_la_excrecion.doc –
25. Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), Tuberculosis bovina.
26. New Zeland Ministry of Agriculture and Forestry (MAF), Biosecurity New Zeland, 2009. Import Risk Analysis: Cattle from Australia, Canada, the European Union and the United States of America (Final).
27. *The Center for Food Security and Public Health*, Iowa State University, 2009. Bovine Tuberculosis. Disponible en http://www.cfsph.iastate.edu/factsheets/pdfs/bovine_tuberculosis.pdf
28. Código Zoosanitario Internacional 2002. Organización Mundial de Sanidad Animal. Página electrónica de la Organización Mundial de Sanidad Animal disponible en http://www.oie.int/esp/normes/es_mcode.htm
29. *Norma Oficial Mexicana NOM-031-ZOO-1995, Campaña Nacional Contra la Tuberculosis Bovina (Mycobacterium bovis)*.
30. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, 2009. Campaña Nacional Contra la Tuberculosis Bovina, Situación actual, Estrategias de la Campaña. Disponible en: <http://www.senasica.gob.mx/default.asp?id=1396>

31. Estrada, C. C., Díaz, O. F., Arriaga, D. C., Pérez, G. R., Gonzalez, S. D. 2004. Concordancia con la PCR y métodos rutinarios para el diagnóstico de la tuberculosis bovina. Vol. 35, no. 3. Revista veterinaria México.
32. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Las Pruebas Tuberculínicas en el Ganado Bovino.
33. Benadelli, A. 2007. Producción y Control de tuberculina bovina y aviar (Derivado Proteico Purificado, DPP). Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, Buenos Aires. pp. 41.
34. Anonimo, 2010. Laboratorios Pronabive.
35. Guanziroli, S. M. C.; Cicuta, M. E.; Zumárraga, M. J.; Romano, M. I., 2008. Primer Aislamiento de Mycobacterium bovis de Búfalo del Nordeste Argentino. Rev. Vet. 19(2): 143-146.
36. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), 2006. Programa nacional de control y erradicación de la tuberculosis bovina. Disponible en : <http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=858&io=3240>
37. Pérez, G. L., et al. Epidemiología molecular de las tuberculosis bovina y humana en una zona endémica de Querétaro, México. *Salud pública Méx* [online]. 2008, vol. 50, n.4 Disponible en: www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003636342008000400006&lng=es&nrm=iso
38. Abalos, P., Retamal P., 2004. Tuberculosis; a re-emerging zoonosis? Rev. Sci. Tech. 23(2): 583-94.
39. Daborn, C. J., Grange, J. M., 1993. HIV/AIDS and the implications for the control of animal tuberculosis. Br Vet J; 149:403.

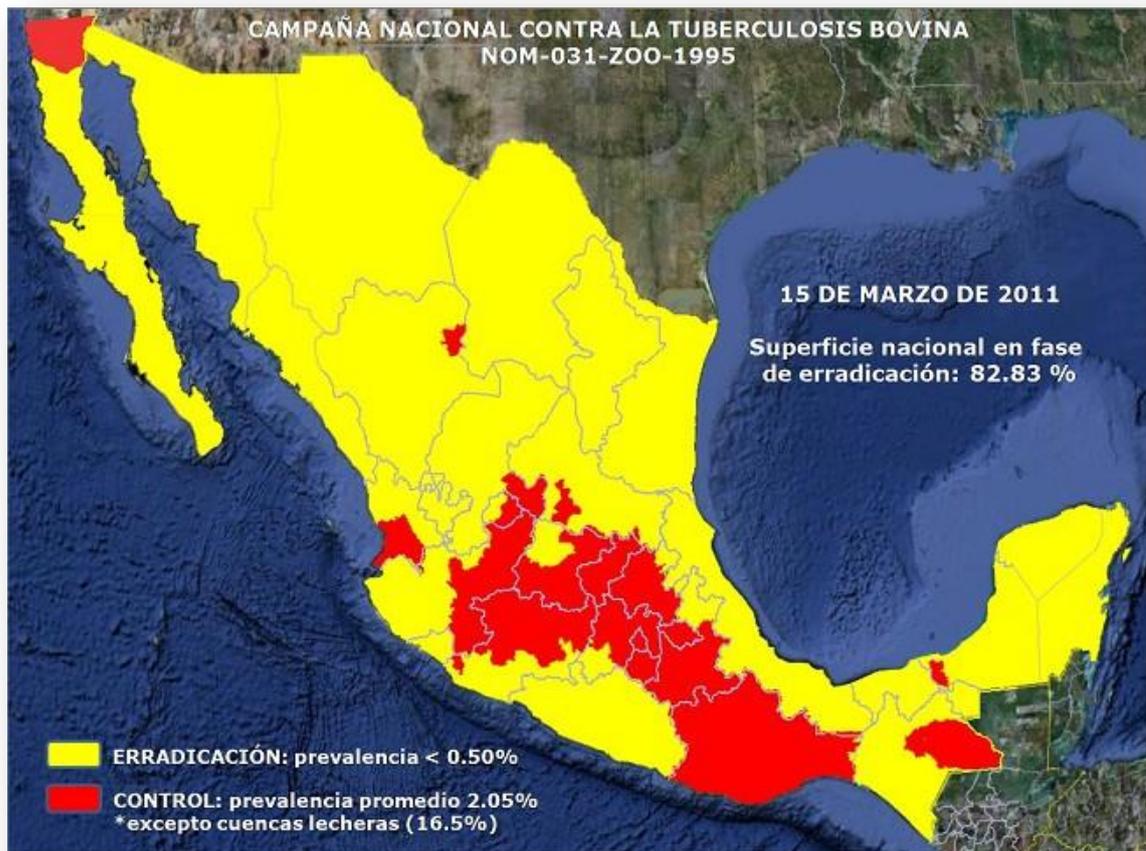
40. Organización Mundial de la Salud, 2009. Global tuberculosis control: a short update to the 2009 report. Fecha de consulta: 20/junio/2010. Disponible en: http://www.who.int/tb/publications/global_report/2009/update/en/index.html
41. Denny, G. O., Wilesmith, J. W.; 1999. Bovine tuberculosis in North Ireland: A Case-Control Study of Herd Risk Factors. *Vet. Rec*, 144 (12):305-10.
42. Ramirez- Villaescusa, A. M.; Medley, G. F.; Mason, S.; Green, L. E.; 2010. Risk Factors for Herd Breakdown with Bovine tuberculosis in 148 Cattle Herds in the south west of England. *Prev. Vet. Med.* 95(3-4):224-30.
43. Humblet, M. F.; Boschioli, M. L.; Saegerman, C.; 2009. Classification of Worldwide bovine tuberculosis Risk Factors in cattle: a stratified approach. *Vet. Res.* 40:50. Review Article.
44. Hadorn, D. C., Stark, K. D. C., 2008. Evaluation and optimization of surveillance systems for rare and emerging infectious disease. *Vet Res* 39:57.
45. White, P., Frankena, K., O'Keffe J., More, S. J. Martín, S. W., 2010. Predictors of the first between-herd animal movement for cattle born in 2002 in Ireland. *Prev Vet Med.* [Epub ahead of print].
46. Green, D., M.; Kiss, I., Z.; Mitchell, A., P.; Kao, R., R.; 2008. Estimates for local and movement-based transmission of bovine tuberculosis in British cattle. *Proc R Soc B* 275,1001-1005.
47. Ramirez- Villaescusa, A. M.; Medley, G. F.; Mason, S.; Green, L. E.; 2009. Herd and individual animal risks associated with bovine tuberculosis skin test positivity in cattle in herds in south west England. *Prev Vet Met.* 92(3): 188-98.
48. Porphyre, T., Stevenson, M. A., Mckenzie, J., 2008. Risk Factors for Bovine Tuberculosis in New Zeland cattle farms and their relationship with possum control strategies. *Prev Vet Med.* 86(1-2):93-106.

49. Humblet, M. F., Gilbert, M., Govaerts, M., Fauville-Dufaux, M., Walravens, K., Saegerman, C., 2010. New assessment of bovine tuberculosis risk factors in Belgium based on nationwide molecular epidemiology. *J Clin Microbiol.* 48(8):2802-8.
50. Wolfe, D. M., Berke, O., More, S. J., Kelton, D. F. White, P. W., O’Keffe, J. J. Martín, S. W., 2009. The Risk of a positive test for bovine tuberculosis in cattle purchased from herds with and without a recent history of bovine tuberculosis in Ireland. *Prev Vet Med.* 92(1-2):99-105.
51. Kaneene, J. B., Bruning-Fann, C. S., Granger, L. M., Miller, R., Porter-Spalding, B. A., 2002. Environmental and farm management factors associated with tuberculosis on cattle farms in northeastern Michigan. *J AM Vet med Assoc* 221(6):837-42.
52. Wilkins, M. J., Bartlett, P. C., Berry, D. E., Perry, R. L., Fitzgerald, S. D., Bernardo, T. M., Thoen, C. O., Kaneene, J, B., 2008. Absence of *Micobacterium bovis* in dogs and cats residing infected cattle farms: Michigan 2002. *Epidemiol Infected* 136(12): 1617-23.
53. O’Reilly, L. M., Daborn, C. J., 1995. The epidemiology of *Micobacterium bovis* infectious in animals and man: a review. *Tubercle and Lung Disease* 76 (1):1-4.
54. Bautista, R. I. L., 2010. Distribución espacial de perros y gatos como un factor de riesgo en la transmisión de *Mycobacterium bovis* en el Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca, Hidalgo. Tesis de Licenciatura FMVZ-UNAM.

55. Une, Y., Mori, T., 2007. Tuberculosis as a zoonosis from a veterinary perspective. *Comparative Immunology Microbiology and infectious disease* 30: 415-425.
56. Ower, M., K.; Skjerve, E.; Wolderhiwet, Z.; Holstad, G.; 2001. A cross-sectional study of bovine tuberculosis in dairy farms in Asmara, Eritrea. *Trop. Anim. Health Prod.* 33(4):295-303.
57. Ameni, G.; Aseffa, A.; Engers, H.; Young, D.; Hewinson, G.; Vordermeier, M.; 2006. Cattle husbandry in Ethiopia is a predominant factor affecting the pathology of bovine tuberculosis and gamma interferon responses to mycobacterial antigens. *Clin. Vaccine Immunol.* 13 (9):1030-6.
58. Elias, K.; Hussern, D.; Asseged, B.; Wondwossen, T.; Gebeyehu, M.; 2008. Status of bovine tuberculosis in Addis Ababa dairy farms. *Rev. Sci. Tech.* 27 (3):915-23.

X. ANEXOS.

Figura I. Situación Zoonositaria de Tuberculosis Bovina. SENASICA, fecha de consulta febrero 2011.



Cuadro I. Situación Zoonositaria de Tuberculosis Bovina por estados de la República Mexicana. SENASICA, fecha de consulta febrero 2011.

Erradicación	Control
Aguascalientes (A)	Aguascalientes (B)
Baja California (A)	Baja California (B)
Campeche (A)	Campeche (B)
Chiapas (A) (A2)	Chiapas (B)
Durango (A)	Durango (B)
Guanajuato (A)	Guanajuato (B)
Guerrero (A1) (A3) (A4)	Guerrero (B)
Jalisco (A1) (A2) (A3) (A4)	Jalisco (B)
Michoacán (A) (A2)	Michoacán (B)
Nayarit (A)	Nayarit (B)
Oaxaca (A1)	Oaxaca (B)
Puebla (A1) (A2) (A3)	Puebla (B)
Tabasco	Zacatecas (B)
Zacatecas (A) (A1)	Baja California Sur
Coahuila (Excepto La Laguna)	Distrito Federal
Colima	Morelos
Chihuahua	San Luís Potosí (B)
Hidalgo (A) (A1)	Querétaro
Nuevo León	Hidalgo (B)

San Luis Potosí (A1)	México
Quintana Roo	Tlaxcala
Sinaloa	
Sonora	
Tamaulipas	
Veracruz	
Yucatán	
Tierra Caliente (México, Guerrero y Michoacán)	

Cuadro II. Prevalencia Aparente calculada mediante los dictámenes de la Campaña Nacional contra la Tuberculosis Bovina en el CAIT 2008-2009.

ESTABLOS	NEGATIVOS	SOSPECHOSOS	REACTORES	TOTAL	PRUEBA	PREVALENCIA DICTÁMEN
A1	12	0	23	35	caudal	65.714285
A2	117	0	18	135	caudal/rcc	13.333333
A3	157	2	0	159	caudal/rcc	0
A4	241	0	1	242	caudal/rcc	0.4132231
A5	355	0	45	400	caudal/rcc	11.25
A6	231	12	10	253	caudal/rcc	3.9525691
A7	207	7	4	218	caudal/rcc	1.8348623
A8	259	5	1	265	caudal/rcc	0.3773584
A9	286	18	29	333	caudal/rcc	8.7087087
A10	170	0	57	227	caudal/rcc	25.110132
A11	128	0	59	187	caudal/rcc	31.550802
A12	112	1	18	131	caudal/rcc	13.740458
A13	256	0	0	256	caudal/rcc	0

A14	28	0	1	29	caudal/rcc	3.4482758
A15	156	0	2	158	caudal/rcc	1.2658227
A16	94	0	0	94	caudal/rcc	0
A17	35	4	14	53	caudal/rcc	26.415094
A18	119	3	91	213	caudal/rcc	42.723004
A19	297	2	15	314	caudal/rcc	4.7770700
A20	113	0	11	124	caudal/rcc	8.8709677
A21	116	0	19	135	caudal/rcc	14.074074
A22	58	1	27	86	caudal/rcc	31.395348
A23	285	0	4	289	caudal/rcc	1.3840830
A24	125	0	1	126	caudal/rcc	0.7936507
A25	17	3	56	76	caudal/rcc	73.684210
A26	411	0	2	413	caudal/rcc	0.4842615
A27	244	8	103	354	caudal/rcc	29.096045
A28	311	12	59	381	caudal/rcc	15.485564
A29	125	0	0	125	caudal/rcc	0
A30	222	14	16	252	caudal/rcc	6.3492063
A31	249	5	14	268	caudal/rcc	5.2238805
A32	114	0	2	116	caudal/rcc	1.7241379
A34	162	2	7	171	caudal/rcc	4.0935672
A35	255	0	38	293	caudal/rcc	12.969283
A36	205	0	88	293	caudal/rcc	30.034129
A37	306	0	0	306	caudal/rcc	0
A38	305	0	45	350	sc	12.857142
A39	225	1	0	226	caudal/rcc	0
A40	209	0	14	223	caudal/rcc	6.2780269
A41	213	0	15	224	caudal/rcc	6.6964285
A42	346	9	26	381	caudal/rcc	6.8241469
A43	191	0	17	208	caudal/rcc	8.1730769
A45	216	0	0	216	caudal/rcc	0
A46	384	3	5	389	caudal/rcc	1.2853470
A47	375	5	6	381	caudal/rcc	1.5748031
A48	340	2	8	350	caudal/rcc	2.2857142
A49	240	0	3	243	caudal/rcc	1.2345679
A50	99	0	36	135	sc	26.666666
A51	167	0	21	188	caudal/rcc	11.170212
A52	Total	119	1031	11024		9.35

Cuadro III. Número de animales y arribos en el 2008-2009 que ingresaron a
CAIT.

2008		2009	
Concepto	Total	Concepto	Total
Animales	5521	Animales	3330
ingresados a		ingresados a	
CAIT		CAIT	
Animales	1349	Animales	288
probados en		probados en	
promocionales		promocionales	
(cuarentena)		(cuarentena)	
Número de	359	Número de	208
arribos en el año		arribos en el año	
Número de	87	Número de	24
arribos		arribos probados	
probados			
Animales	10	Animales	0
positivos a PPD		positivos a PPD	
en		en promocionales	
promocionales			
Animales	1339	Animales	288
negativos a PPD		negativos a PPD	
en		en promocionales	

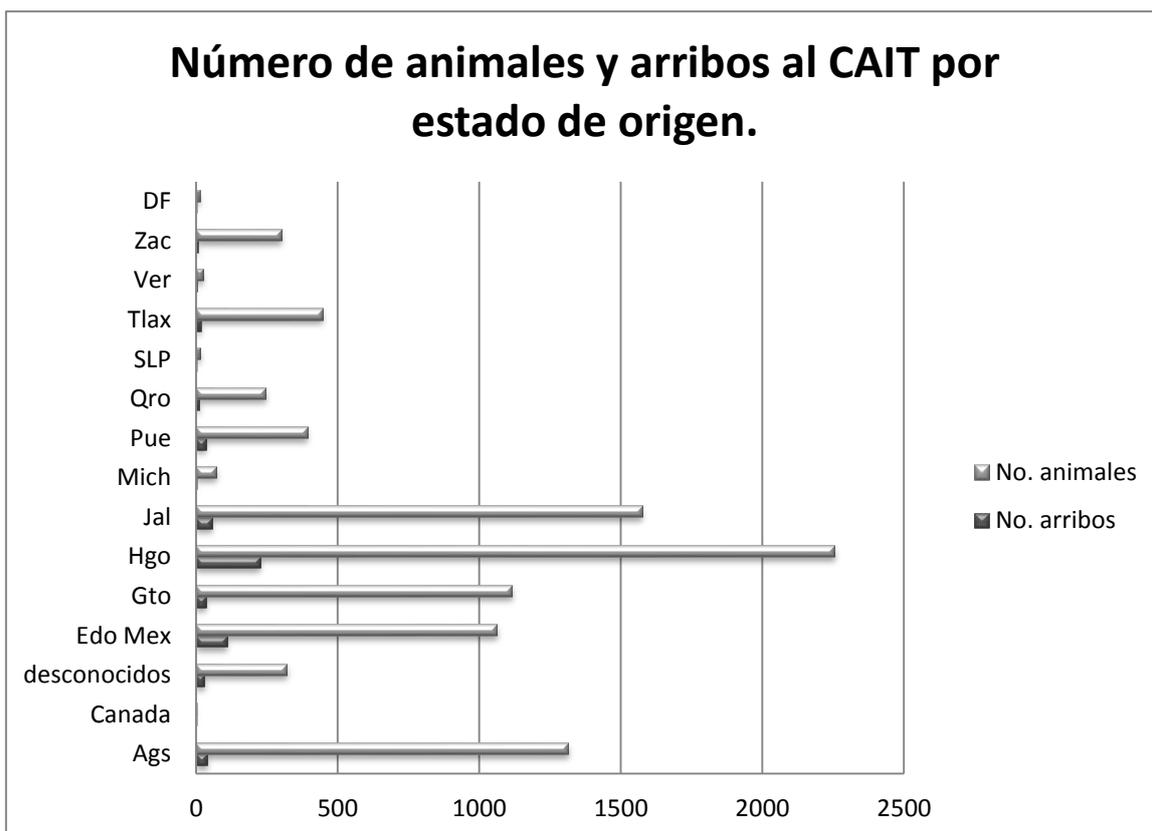
promocionales			
Animales con	4172	Animales con	3042
status sanitario		status sanitario	
desconocido		desconocido	
Número de	272	Número de	184
arribos con		arribos con	<i>status</i>
status sanitario		status sanitario	
desconocido		desconocido	

Cuadro IV. Número de animales y arribos, así como su lugar de origen en el 2008-2009 que ingresaron a CAIT, Hidalgo.

2008			2009		
	No.	No.	Estado	No.	No.
	arribos	animales		arribos	animales
Ags	21	837	Ags	18	477
DF	1	12	Canada	1	2
edo mex	79	824	Edo Mex	28	238
Gto	24	786	Gto	10	329
Hgo	147	1393	Hgo	79	862
Jal	28	846	Jal	29	728
Mich	1	48	Mich	1	23
Pue	16	200	Pue	19	193
Qro	7	175	Qro	4	70

SLP	1	14	Tlax	1	5
Tlax	14	145	Ver	2	12
Ver	1	12	Zac	6	300
desconocido	19	229	desconocidos	10	91
TOTAL	359	5521	TOTAL	208	3330

Figura II. Número de animales y arribos, así como su lugar de origen en el 2008-2009 que ingresaron a CAIT.



DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES DE LA ENCUESTA.

- 1) Área de aislamiento. Existencia de una zona para separar al ganado enfermo en el establo. Variable cualitativa dicotómica. 1. Si, 2. No.
- 2) Pasillo sanitario. Existencia de un espacio exclusivo para retirar el excremento del ganado sin contaminar otras áreas como el del alimento. Variable cualitativa dicotómica. 1. Si, 2. No.
- 3) Densidad animal. Concentración de animales en el corral, se medirá con el número de bovinos y el espacio que habitan. Variable cuantitativa continua.
- 4) Raza. Subdivisión de la especie bovino, en este caso animales especializados en producción de leche. Variable cualitativa politómica. 1. Holstein- Friesian 2. Suizo 3. Criollo 4. Otros.
- 5) Número de bovinos en el establo. Cantidad de animales que se encuentran en la unidad pecuaria. Variable cuantitativa discreta.
- 6) Distribución de los bovinos en el establo. Ubicación de los bovinos por etapa en el establo 1. En producción 2. Secas 3. Vaquillas 4. Becerras 5. Becerros 6. Sementales.
- 7) Producción de leche al día. Cantidad de litros que producen los bovinos en producción. Variable cuantitativa continua. Número de litros.
- 8) Producción de leche promedio por vaca al día. Cantidad de litros producidos promedio por vaca en el establo. Variable cuantitativa continua. Número de litros.
- 9) Origen de los animales de reemplazo. Lugar de procedencia de los bovinos de reemplazo del establo. Variable cualitativa dicotómica. 1. Fuera de CAIT, 2. Dentro de CAIT.

- 10) Origen de los animales de reemplazo dentro del CAIT. Establo de procedencia de los bovinos de reemplazo. Variable cualitativa. Número del establo.
- 11) Origen foráneo de los animales de reemplazo. Estado de procedencia de los bovinos de reemplazo. Variable cualitativa. Nombre del estado de la República Mexicana.
- 12) Lugar de cría de becerras. Sitio donde se albergan las becerras antes de entrar al establo. Variable Cualitativa politómica. 1. Dentro del establo, 2. En el centro de recría, 3. En otro estado, 4. Otro.
- 13) Servicios veterinarios. Asistencia de especialistas en la medicina veterinaria en los principales campos de atención en un ható lechero. Variable cualitativa dicotómica. 1. Si, 2. No.
- 14) Calostro becerras. Suministro de calostro a las becerras nacidas. Variable cualitativa dicotómica. 1. Si, 2. No.
- 15) Manejos de calostro. Existencia de algún proceso que reciba el calostro antes de ser proporcionado a las becerras. Variable cualitativa politómica. 1. Se hierve, 2. Se pasteuriza, 3. Se congela, 4. Ninguna.
- 16) Origen del calostro. Procedencia del calostro que se suministra a las becerras. Variable cualitativa politómica. 1. Calostro de la madre, 2. Calostro de otras vacas, 3. No sabe.
- 17) Consumo en recría. Suministro de lácteo durante el crecimiento de las becerras. Variable cualitativa politómica. 1. Leche de la madre, 2. Leche de sus vacas, 3. Sustituto de leche.

- 18) Tratamiento térmico de la leche para becerras. Proceso que recibe la leche antes de ser proporcionada en la alimentación de las becerras. Variable cualitativa politómica. 1. Se hierva, 2. Se pasteuriza, 3. No, 4. No sabe.
- 19) Número de ordeños. Veces que se realiza el ordeño en día. Variable cuantitativa discreta. 1. Una vez, 2. Dos veces, 3. Tres veces.
- 20) Partos para desecho de ganado. Número de partos que tienen las vacas antes de ser reemplazada. Variable cuantitativa discreta. Número de partos.
- 21) Motivos del desecho de ganado. Principales razones por las cuales desecha al ganado. Variable cualitativa.
- 22) Destino del ganado de desecho. Rumbo al que se dirige el bovino desechado. Variable cualitativa politómica. 1. Rastro, 2. Engorda, 3. Otro productor, 4. No sabe.
- 23) Número de desechos al mes. Cantidad de animales que desecha al mes. Variable cuantitativa discreta. Número de animales.
- 24) Animales muertos al mes. Cantidad de bovinos muertos al mes. Variable cuantitativa discreta. Número de animales muertos.
- 25) Venta de animales a otros establos del CAIT. Reventa de bovinos del establo a otros establos de CAIT. Variable cualitativa dicotómica. 1. Si, a cual establo; 2. No.
- 26) Agregar animales de diferentes establos. Incorporar bovinos de otros establos del CAIT al establo encuestado. Variable cualitativa dicotómica. 1. Si, a cual establo; 2. No.
- 27) Partos promedio de las vacas. Partos promedio de las vacas en el establo. Variable cuantitativa discreta. Número de partos.

- 28) Edad promedio al primer parto. Edad en meses en los cuales tienen el primer parto las vacas en el establo. Variable cuantitativa discreta. Número de partos.
- 29) Intervalo entre partos. Tiempo transcurrido en días del parto al siguiente parto. Variable cuantitativa discreta. Número de días.
- 30) Método de gestación. Procedimiento mediante el cual se induce la gestación de las vacas. Variable cualitativa. 1. Monta natural, 2. Inseminación.
- 31) Número de PPD al año. Veces que aplica PPD al hato en un año. Variable cuantitativa discreta. 1. Una vez, 2. Dos veces, 3. Tres veces, 4. Cuatro veces.
- 32) Lesiones en necropsia. Presencia de lesiones sugestiva a tuberculosis bovina en los animales a los que se les ha hecho necropsia en la sala del CAIT. Variable cualitativa dicotómica. 1. Si, 2. No.
- 33) Otros animales domésticos. Presencia de animales domésticos y/o no domésticos. Variable cualitativa dicotómica. 1. Si, 2. No.
- 34) Número de animales domésticos. Cantidad de animales domésticos y/o no domésticos. Variable cuantitativa discreta. Número de animales.
- 35) Acceso a animales ajenos. Ingreso de animales (perros y/o gatos) sin dueño aparente al establo. Variable cualitativa dicotómica. 1. Si, 2. No.
- 36) Animales enfermos a la semana. Número de bovinos que se enferman en la unidad a la semana. Variable cuantitativa discreta. Número de animales.
- 37) Problemas con fauna nociva. Presencia de problemas debidos a la existencia de fauna nociva en el establo. Variable cualitativa dicotómica. 1. Si, 2. No.
- 38) Control de fauna nociva. Existencia de programa contra fauna nociva. Variable cualitativa dicotómica. 1. No, 2. Si.

- 39) Método contra ratas y ratones. Procedimiento por el cual mantienen un control sobre roedores. Variable cualitativa politómica. 1. Cebos, 2. Trampas, 3. Otro, especificar.
- 40) Método contra moscas. Procedimiento por el cual mantienen un control sobre moscas. Variable cualitativa politómica. 1. Insecticidas, 2. Cinta adherente, 3. Otro, especificar.
- 41) Lugar de aplicación de PPD en la movilización. Momento de la movilización en que los animales son probados con tuberculina. Variable cualitativa politómica. 1. En el rancho de origen, 2. En promocionales (CAIT), 3. Ambas.
- 42) Animales reactivos. Actividad que se realiza con los animales que resultaron positivos a PPD bovino. Variable cualitativa politómica. 1. Los sacrifica, 2. Los separa y los ordeña al final, 3. Los vende en pie, 4. Nada.
- 43) Animales sospechosos. Actividad que se realiza con los animales que resultaron “sospechosos” a la prueba doble comparativa. Variable cualitativa politómica. 1. Los vende en pie, 2. Los monitorea y aísla, 3. Nada.
- 44) Lesiones en sacrificio. Lesiones sugestivas a tuberculosis bovinas en los animales reactivos que fueron sacrificados en el rastro. Variable cualitativa dicotómica. 1. Si, 2. No.
- 45) Limpieza y desinfección. Existencia de un programa de limpieza y desinfección en el establo. 1. No, 2. Si.
- 46) Sustancias desinfectantes. Aplicación de sustancias desinfectantes con las cuales se inactiva al bacilo (*M. bovis*) en la desinfección del establo. Variable cualitativa politómica. 1. Solución de cal clorada, 2. Cloruro de calcio (activo al 5%), 3. Formol del 3-5%, 4. Fenol al 5%, 5. Soluciones de Iodo, 6.

- Glutaraldehído, 7. Formaldehído, 8. Hipoclorito de sodio al 1%, 9. Creolina, 10. Desinfectante de AGL, 99. No sabe.
- 47) Mantenimiento del almacén de alimento. El entrevistador observo el estado del almacén, el cual tiene que estar cerrado evitando la entrada de fauna nociva (perros, gatos, pájaros, roedores). Variable cualitativa politómica. 1. Si, 2. No.
- 48) Rutina de desinfección. Práctica de desinfección en los trabajadores del establo. Variable cualitativa politómica. 1. Si, 2. No.
- 49) Registro de visitas. Anotación de las visitas que ingresan al establo. Variable cualitativa politómica. 1. Si, 2. No.
- 50) Acceso a visitas. Ingreso permitido a todas las aéreas del establo. Variable cualitativa politómica. 1. Si, 2. No.
- 51) Tapete sanitario. Presencia de un tapete sanitario en funcionamiento previo a la entrada y a la salida de la unidad. Variable cualitativa politómica. 1. Si, 2. No.
- 52) Frecuencia de cambio de desinfectante. Constancia con la que cambian el líquido desinfectante del tapete sanitario. Variable cualitativa politómica. 1. Dos veces al día, 2. Una vez al día, 3. Una vez cada tercer día, 4. Una vez a la semana, 5. Otra, 99. No sabe.
- 53) Vado sanitario. Existencia de un vado sanitario en funcionamiento para vehículos automotores previo a la entrada y a la salida del a unidad. Variable cualitativa politómica. 1. Si, 2. No.
- 54) Frecuencia de cambio de desinfectante. Constancia con la que cambian el líquido desinfectante del vado sanitario. Variable cualitativa politómica. 1. Dos

- veces al día, 2. Una vez al día, 3. Una vez cada tercer día, 4. Una vez a la semana, 5. Otra, 99. No sabe.
- 55) Frecuencia de lavado de bebederos. Constancia que lavan los bebederos de los corrales en el establo. Variable cualitativa politómica. 1. Diario, 2. Cada tercer día, 3. Una vez a la semana, 4. Más de una vez a la semana, 5. Nunca.
- 56) Frecuencia de lavado de comederos. Constancia que lavan los comederos de los corrales en el establo. Variable cualitativa politómica. 1. Diario, 2. Cada tercer día, 3. Una vez a la semana, 4. Más de una vez a la semana, 5. Nunca.
- 57) Actividad con el sobrante de alimento. Acción que se realiza con el alimento que sobra de las vacas. Variable cualitativa politómica. 1. Se guarda para la siguiente comida, 2. Se les da a la cría, 3. No sobra, 4. Otra.
- 58) Proceso de ordeño. Desarrollo de la ordeña, destacando los pasos que previenen enfermedades en la glándula mamaria de las vacas ordeñadas. Variable cualitativa politómica. 0. Lavando de glándula mamaria, 1. Despunte, 2. Pre-sello, 3. Limpieza, 4. Ordeña, 5. Sellador, 6. Otro.
- 59) Número de animales en la sala de ordeño. Cantidad de animales que entran a la sala de ordeño. Variable cuantitativa discreta. Número de animales.
- 60) Alimento en ordeño. Suministro de alimento mientras la vaca es ordeñada. Variable cualitativa dicotómica. 1. Si, 2. No.
- 61) Desinfección de pezoneras. Práctica desinfección de las pezoneras entre vaca ordeñada y la siguiente vaca que será ordeñada. Variable cualitativa dicotómica. 1. Si, con que desinfectante; 2. No.

62) Momento de ordeña animales reactores. Turno durante la ordeña en que los animales reactores son ordeñados. Variable cualitativa politómica. 1. Junto con las altas productoras, 2. Junto con las medianas productoras, 3. Junto con las bajas productoras, 4. Al principio de la ordeña productoras, 5 Al final de la ordeña productoras, 6. Indistinto (no las separa)

**PRESENTACIÓN DE LA ENCUESTA APLICADA A LOS DUEÑOS Y/O ENCARGADOS DE
LOS ESTABLOS DEL CAIT.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

CUESTIONARIO PARA ESTABLOS

“ANÁLISIS DE RIESGO DE LA TUBERCULOSIS BOVINA EN ESTABLOS DEL CAIT, HIDALGO”

O. IDENTIFICACION DEL CUESTIONARIO

0.1 Folio del cuestionario	Número de folio: _____
0.2 Número de establo	_____ (con número)
0.3 Ubicación GPS	Norte : _____ Oeste: _____
0.4 Fecha de entrevista	Fecha: _____ / _____ / _____ Día Mes Año

1. DATOS GENERALES DEL ENTREVISTADO

1.1 Nombre del entrevistado	_____
	Apellido paterno Apellido Materno Nombre (s)
1.2 ¿Qué ocupación tiene en el establo?	1. Administrador 2. Encargado 3. Propietario 4. Otro (especifique) _____
1.3 ¿Cuánto tiempo tienen trabajando en este establo?	1. Años _____ 2. Meses _____

2. UNIDAD PECUARIA

2.1 ¿El establo cuenta con?	1. Pasillo sanitario (si) (no) 2. Área de aislamiento (si) (no)
2.2 Área de los corrales del establo, número de animales en ellos.	Corral 1: _____ m ² , número de animales: _____ Corral 2 : _____ m ² , número de animales: _____ Corral 3 : _____ m ² , número de animales: _____ Corral 4 : _____ m ² , número de animales: _____ Corral 5 : _____ m ² , número de animales: _____ Becerrera 1: _____ m ² , número de animales: _____ Becerrera 2: _____ m ² , número de animales: _____
2.3 ¿Total de bovinos en el establo?	Total de animales: _____
2.4 ¿Cuál es la raza de las vacas en el establo?	1. Holstein–Friesian 2. Suizo 3. Jersey 4. Holsteiin/Jersey 5. Holstein/ Suizo 6. Criollas 7. Otros _____

3. SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.1 ¿Cuál es la producción aproximada de leche al día?	_____ litros
3.2 ¿Cuántas veces al día ordeña?	1. Una 2. Dos 3. Tres
3.3 ¿De dónde provienen las vacas o vaquillas para reponer a las vacas que se mueren o se llevan al rastro?	1. Recría en el CAIT (Continúe en la pregunta 3.4) 2. Recría fuera del CAIT (pase a la pregunta 3.5) 3. Vaquillas del CAIT (Continúe en la pregunta 3.4) 4. Vaquillas fuera del CAIT (pase a la pregunta 3.5) 5. Recría propia (pase a la pregunta 3.6) 99. No sabe
3.4 ¿Tiene preferencia por algún establo del CAIT?	Número de establo de origen _____ <i>En caso de que sean más establos anotar el número de establo seguido por una coma (,)</i>
3.5 ¿En el caso de adquirir animales fuera del CAIT,	Estado de origen _____

cuál es el estado de origen?	<i>En caso de escribir más de un estado separar con comas (,).</i>
3.6 ¿Cuándo la recría de becerras propia, donde las mantienen hasta ingresarlas al establo?	<ol style="list-style-type: none"> 1. En la zona de recría del CAIT 2. En su propio establo 3. En otro establo de su propiedad 99. No sabe
3.7 ¿Cuenta con los servicios de un Médico Veterinario Zootecnista?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si, trabaja exclusivamente para este establo 2. Si, atiende varias explotaciones 3. No 99. No sabe
3.8 ¿Promedio de partos en los cuales considera que sus vacas son de desecho y las manda al rastro?	Número de partos_____
3.9 ¿Cuáles son los 3 motivos principales por los que desecha a las vacas?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Para obtener ingresos 2. Por baja de producción láctea 3. Por problemas reproductivos 4. Por problemas de patas 5. Por mastitis 6. Por vejez 7. Enfermedades:_____ 8. Muerte 9. Por otros motivos;_____ 99. No sabe
3.10 ¿Cuál es el principal destino de los animales que desecha?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rastro 2. Otro productor 3. Engorda 4. Otro:_____ 99. No sabe
3.11 ¿Aproximadamente cuántas vacas desecha al año?	Número:_____
3.12 ¿A qué edad se destetan las becerras?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 45 días 2. 50 días 3. 60 días

	4. Más de 60 días 5. Otro: _____
3.13 ¿Aproximadamente cuantos animales se le llegan a morir al mes?	Número de animales muertos: _____ 1. Vacas _____ 2. Becerras _____
3.14 ¿Usted vende animales a otros establos del CAIT?	1. Si, cuales: _____ 2. No 99. No sabe
3.15 ¿Si es dueño de más de un establo, mezcla animales entre estos establos?	1. Si 2. No 99. No sabe

4. ALIMENTACIÓN

4.1 ¿Se les da calostro a las becerras recién nacidas?	1. Si 2. No
4.2 ¿Se le da algún manejo al calostro?	1. Se pasteuriza 2. Se hierve 3. Se congela 4. Ninguna
4.3 ¿El calostro es de la madre o de otras vacas?	1. Madre 2. Otras vaca 99. No sabe
4.4 ¿Qué consumen las becerras de recría?	1. Sustituto de leche (fórmula) 2. Leche de la madre (pasar a la pregunta 4.4) 3. Leche de sus vacas (pasar a la pregunta 4.4) _____ 4. Otra forma: _____ 99. No sabe
4.5 ¿La leche recibe algún tratamiento térmico antes de ser proporcionada?	1. Si, ¿se hierve? 2. Si, ¿se pasteuriza? 3. No 99. No sabe
4.6 ¿Cuántas veces al día se le da de comer al	1. Una vez al día

ganado?	2. Dos veces al día 3. Tres veces al día 4. Más de 3 veces al día
---------	---

5. REPRODUCCIÓN

5.1 ¿Partos promedio de las vacas en el establo?	Partos _____
5.2 ¿Edad promedio al primer parto?	1. 24 meses 2. 25 meses 3. 26 meses 4. Otro _____
5.4 ¿Intervalo entre partos? (De cuando pare a cuando vuelve a parir)	1. 12 meses 2. 13 meses 3. 14 meses 4. Otro: _____
5.5 ¿Qué método utiliza para gestar las vacas del establo?	1. Inseminación artificial 2. Monta natural 3. Otros: _____

6. MEDICINA PREVENTIVA

6.1 ¿Cuántas veces al año aplica PPD o prueba de la tuberculina a su hato?	Veces al año: _____
6.2 ¿De los animales que se llegan a morir y les realizan necropsia, le han mencionado si han encontrado lesiones sugestivas a tuberculosis?	1. Si 2. No 99. No sabe
6.3 ¿Tiene perros, gatos u otros animales en el establo?	1. Perros (si) (no) 2. Gatos (si) (no) 3. Otros (si) (no), ¿Cuáles? _____ 99. No sabe
6.4 ¿Cuántos perros tiene y/o gatos y/u otros animales tiene?	1. Número de Perros: _____ 2. Número de Gatos: _____ 3. Número de Otros animales: _____
6.5 ¿Tienen acceso perros o gatos a su establo?	1. Si 2. No

	99. No sabe
6.6 ¿Qué enfermedades se presentan con mayor frecuencia en el establo (mínimo 3)?	Ganado adulto: _____ Recría: _____
6.7 ¿Cuántas vacas se le enferman a la semana?	Numero de vacas: _____
6.8 ¿Ha tenido problemas con fauna nociva?	1. Si ¿Cuáles? _____ 2. No 99. No sabe
6.9 ¿Realiza un control de fauna nociva (ratas, ratones, moscas)?	1. Si 2. No (pase a la pregunta 6.12) 99. No sabe
6.10 ¿En caso de realizar control de fauna nociva para ratas y ratones que utilizan?	1. Cebos 2. Trampas 3. Otro: _____ 4. No hacen
6.11 ¿En caso de realizar control de fauna nociva para moscas que utilizan?	1. Insecticidas (fumigaciones) 2. Cinta adherente 3. Otro: _____ 4. No hacen
6.12 ¿Cuándo adquiere vaquillas fuera del CAIT? Realizan la prueba de la tuberculina	1. Sí, en el rancho de origen 2. Sí, al ingresar al CAIT 3. Ambas 4. No los prueba 99. No sabe
6.13 ¿Qué hace cuando hay algún animal sospechoso a tuberculosis?	1. Le realiza alguna prueba, ¿cuál? _____ 2. Lo separa y espera a la otra prueba con tuberculina 3. Lo vende 4. Lo manda al rastro 5. Lo envía a otro establo de su propiedad en el CAIT (segregación) 6. Nada (continúa ordeño hasta la otra prueba con PPD) 7. Otro: _____

6.14 ¿Qué se hace cuándo tiene vacas rectoras a la prueba de la tuberculina?	1. Las envía al rastro 2. Las vende 3. Las separa y ordeña al final 4. Nada (continúan el ordeño) 5. Las envía a otro establo de su propiedad en el CAIT (segregación) 99. No sabe
6.15 ¿De los animales retores a la tuberculina y fueron sacrificados, le han mencionado que tenía lesiones sugestivas a tb?	1. Si 2. No 99. No sabe
5.16 ¿Tiene algún programa de limpieza y desinfección?	1. Si 2. No (pase a la pregunta 6.18) 99. No sabe
6.17 ¿Usa alguna o varias de estas sustancias en la desinfección del establo?	1. Solución de cal clorada (si) (no) 2. Cloruro de calcio (activo al 5%) (si) (no) 3. Formol del 3-5% (si) (no) 4. Fenol al 5% (si) (no) 5. Soluciones de Iodo (si) (no) 6. Glutaraldehído (si) (no) 7. Formaldehído (si) (no) 8. Hipoclorito de sodio al 1% (si) (no) 9. Creolina (si) (no) 10. Desinfectante de AGL 99. No sabe
6.18 ¿En el almacén del alimento, se evita la entrada de fauna nociva? (Observar el almacén)	1. Si 2. No
5.19 ¿Existe una rutina de desinfección para los trabajadores y/o visitas previa a la entrada del establo y a la salida?	1. Si, para ambos 2. Si, solo para los trabajadores 3. Si, solo para los visitantes 2. No 99. No sabe
6.20 ¿Lleva registro de los visitantes que llegan a su establo?	1. Si

	2. No
6.21 ¿A las visitas se les permite el libre acceso a cualquier área del establo?	1. Si 2. No, a cuales áreas: _____ 99. No sabe
6.22 ¿El establo cuenta con tapate sanitario en funcionamiento?	1. Si 2. No (pase a la pregunta 5.24)
5.23 ¿Con qué frecuencia se cambia el desinfectante del tapete sanitario?	1. Dos veces al día 2. Una vez al día 3. Una vez cada tercer día 4. Una vez a la semana 5. Otra _____ 99. No sabe
5.24 ¿El establo cuenta con un vado sanitario para entrada de vehículos automotores?	1. Si 2. No (pase a la pregunta 5.26)
5.25 ¿Con qué frecuencia se cambia el desinfectante del vado sanitario?	1. Dos veces al día 2. Una vez al día 3. Una vez cada tercer día 4. Una vez a la semana 5. Otra _____ 99. No sabe
6.26 ¿Con que frecuencia se limpian los bebederos? (lavado)	1. Diario 2. Cada tercer día 3. Una vez a la semana 4. Más de una vez a la semana 5. Nunca
6.27 ¿Con que frecuencia se limpian los comederos? (lavado)	1. Diario 2. Cada tercer día 3. Una vez a la semana 4. Más de una vez a la semana 5. Nunca
6.28 ¿Qué se hace con el alimento que sobro del ganado?	1. Se guarda para la siguiente comida

	<p>2. Se les da a la recría</p> <p>3. No sobra</p> <p>4. Otra: _____</p>
6.29 ¿Cómo se realiza el ordeño?	<p>0. Lavando de glándula mamaria</p> <p>1. Despunte</p> <p>2. Pre-sello</p> <p>3. Limpieza</p> <p>4. Ordeña</p> <p>5. Sellador</p> <p>6. Otro : _____</p>
6.30 ¿De cuantos animales es la capacidad de la sala de ordeño del establo?	Número: _____
6.31 ¿Les sirven alimento durante el ordeño	<p>1. Si</p> <p>2. No</p>
6.32 ¿Desinfecta las pezoneras entre ordeñas	<p>1. Si, con que _____</p> <p>2. No</p>
6.33 ¿En que momento entran a la ordeña los animales positivos a tuberculina?	<p>1. Junto con las altas productoras</p> <p>2. Junto con las medianas productoras</p> <p>3. Junto con las bajas productoras</p> <p>4. Al principio de la ordeña productoras</p> <p>5 Al final de la ordeña productoras</p> <p>6. Indistinto (no las separa)</p>

7. Observaciones del entrevistador:

Nombre del entrevistador: _____