

01672¹⁹ 24

ANALISIS DEL DAÑO ECONOMICO PRODUCIDO POR LA BRUCELOSIS BOVINA A UN HATO
LECHERO CON UN PROGRAMA DE CONTROL



Tesis presentada ante la
División de Estudios de Posgrado de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
de la
Universidad Nacional Autónoma de México

Para la obtención del grado de

MAESTRO EN PRODUCCION ANIMAL

Por

JOSE RENE VALDESPINO ORTEGA

A S E S O R E S

M.V.Z. MSc. ALBERTO REYES GOMEZ-LLATA.

M.V.Z. DIODORO BATALLA CAMPERO.

FEBRERO DE 1990

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

LISTA DE CONTENIDO

Página.

INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	8
MATERIAL Y METODOS	9
RESULTADOS	16
DISCUSION	18
CONCLUSIONES	22
APENDICE	23
CUADROS	24
FIGURAS	27
LITERATURA CITADA	28

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro.</u>	<u>Página.</u>
1. Parámetros de algunas variables, obtenidos en el cálculo del daño económico producido por la brucelosis bovina a un hato lechero con un programa de control.	24
2. Detalle del daño económico infringido por la brucelosis bovina al establo.	25
3. Costos por aborto —presumiblemente bruceloso— en el establo.	26

LISTA DE FIGURAS

Figura.

Página.

1. Ciclo económico de la producción láctea (CEPLA).

27

I. INTRODUCCION.

La brucelosis es una enfermedad cosmopolita de la que se reconocen actualmente seis especies: Brucella melitensis, Brucella abortus, Brucella neotomae, Brucella ovis, Brucella canis y Brucella suis; son cocobacilos -pequeños (0.5 a 0.7 μ), gram negativos, inmóviles y no esporulados. Las condiciones óptimas para el crecimiento de estas bacterias son 37°C en un pH de 6.8. La vía de infección más común es la oral (12).

La desinfección puede hacerse en fenol, formol, compuestos cuaternarios de amonio y sosa. En zonas subtropicales donde no sea posible usar la desinfección química, para el saneamiento de los lugares afectados es necesario -para una eficaz desinfección- mantener el lugar recibiendo radiaciones solares directas durante tres semanas; indirectamente (en un ambiente de habitación) durante catorce semanas; y bajo tierra (donde el sol no influye, sino la temperatura y la humedad), durante diecinueve semanas (19). Cuando entra la infección a un hato susceptible, se desencadenan una serie de abortos y una caída en los índices de fertilidad. Posteriormente los abortos son comunes, pero la infección se vuelve crónica y tiende a persistir por varios años sin que haya signos clínicos aparentes. Cuando se incluyen animales gestantes y susceptibles en el hato infectado, éstos suelen abortar. Los abortos generalmente se producen en el 4º mes de gestación, pero puede ocurrir en cualquier período. En algunos animales los abortos se pueden repetir en 2 y hasta 3 ocasiones, mientras que en otros nunca se llegan a presentar. Los abortos se acompañan por retención placentaria y otros signos como lo son: metritis, artritis, pérdida de peso, cojera y ocasionalmente bronquitis con tos. Es común que la gestación llegue a término, pero los becerros nacen sumamente débiles; muchos de ellos mueren en las siguientes semanas. Los becerros que se infectan in utero fre-

cuentemente se recuperan espontáneamente antes de alcanzar la madurez sexual, pero en algunos casos la infección persiste por largos períodos (12).

Los diferentes animales de un rebaño manifiestan distinto grado de susceptibilidad a la infección y en general se infectan sólo en forma transitoria. Un ternero alimentado con leche que contiene brucelas, puede albergar el agente en sus ganglios, pero a los 6-8 semanas de suspender el alimento contaminado, el animal suele liberarse de la infección. Las vaquillonas que se mantienen separadas de las vacas como es costumbre en el manejo de los hatos presentan con frecuencia una tasa de infección más baja que las vacas. Las vaquillonas expuestas a la infección antes del servicio son susceptibles, se infectan, pero generalmente no abortan. Las vacas constituyen la categoría más susceptible y más aún cuando están preñadas; en ellas la infección es común y el aborto, frecuente. Se estima que sólo abortan por segunda vez entre el 10 y 25% de las vacas. De las seis especies del género Brucella, la B. abortus es la de mayor distribución geográfica. En algunos países la enfermedad ha sido erradicada, entre ellos figuran: Finlandia, Noruega, Suecia, Dinamarca, Países Bajos, Bélgica, República Federal de Alemania, Austria, Hungría, Checoslovaquia, Rumania y Bulgaria. Mientras tanto, otros países como: La Gran Bretaña, Irlanda, Polonia, Canadá, Estados Unidos de América, Cuba, Panamá, Australia y Nueva Zelanda, han liberado la mayoría de sus rebaños y grandes extensiones de su territorio de la brucelosis y están próximos a alcanzar el objetivo de la erradicación. En América Latina es una de las enfermedades más importantes; en 1986 se publicaron estimaciones oficiales de pérdidas anuales por la brucelosis bovina, de aproximadamente \$ 600 millones de dólares y es en Argentina, México y Perú donde se registra el mayor número de casos de brucelosis humana (1). En 1976, las estimaciones oficiales de especialistas, sobre las

pérdidas económicas ocasionadas por la brucelosis en México, fueron del orden de los 26 millones de dólares. Se cree que para 1982, los cambios experimentados no fueron significativos. Esta cifra se considera por la mayoría de los autores como una subestimación de la realidad (18).

En México la brucelosis bovina se encuentra ampliamente distribuida, la zona de mayor incidencia es el sureste, el centro y las zonas costeras, disminuyendo considerablemente en la región norte del país; lo anterior obedece a las condiciones de explotación que en su mayoría son de tipo extensivo, influyendo para ésto la situación climatológica y tipo de terreno poco húmedo, que no son favorables para la persistencia del germen. Existe alta incidencia de brucelosis en las cuencas lecheras del país, indistintamente de su localización geográfica, debido a las condiciones de manejo y tipo de explotación, ya que en su mayoría es de tipo intensivo y sujetos a alta productividad, lo que hace al ganado más susceptible de adquirir la enfermedad (19). Mediante los programas de control y erradicación de la brucelosis bovina, se logra producir una sensible disminución de la incidencia de la infección humana; por ejemplo el Centro para el Control de Enfermedades de los Estados Unidos de América, registró 6,321 casos en 1947, mientras que en el período de 1972-1981 el promedio anual fue de 244 casos (1).

En México, Escárzaga (11) asume que la brucelosis humana para 1977 tuvo una morbilidad conocida de 3,621 casos, donde Coahuila, Guanajuato, Chi huahua y el Valle de México, reportaron los más altos porcentajes; 18.08, 8.94, 8.92 y 8.06 respectivamente, significando éstos el 44.02% del total reportado. Aquí la brucelosis caprina tiene un papel muy importante, pues las infecciones más severas, con manifestaciones clínicas floridas y focos importantes de localización, son los causados por la B. melitensis.

La infección natural por Brucella en animales silvestres sucede en una amplia gama de especies. En los carnívoros, la infección se adquiere por la ingestión de fetos y envolturas fetales, pero no se ha comprobado la infección de un individuo a otro entre estos carnívoros y es probable que la infección se extinga al controlarse la brucelosis en los animales domésticos. La Brucella se ha aislado también de muchas especies de artrópodos, pero el consenso general es de que éstos desempeñan un papel insignificante, si es que tienen alguno, en la epidemiología de la enfermedad de Bang (1).

Los problemas asociados al control de la brucelosis son divididos por Nicoletti (15) en: técnicos, zootécnicos y económicos.

TECNICOS.

La brucelosis sólo puede ser diagnosticada a través de pruebas de laboratorio. La infraestructura diagnóstica con la que se cuenta es insuficiente. Existen muchos problemas con la diferenciación de títulos de suero sanguíneo causados por la infección y los de las vacunas u otros estímulos antigénicos. No existe un método satisfactorio para detectar animales que son serológicamente negativos, pero que manifestaron la enfermedad. Los porcentajes de infecciones latentes y factores que afectan a los animales sexualmente inmaduros permanecen desconocidos (15).

Lo variable del período de incubación y las dificultades en el diagnóstico de la infección después de que ha ocurrido la transmisión son quizá los problemas técnicos más serios en la epidemiología de la brucelosis (14).

Aproximadamente el 15% de los bovinos infectados que difunden gérmenes en el parto, posteriormente llegan a ser positivos (14,16).

ZOOTECNICOS.

Incluyen: pastoreo comunal, nomadismo, compra de animales de desecho de otras explotaciones (particularmente de hatos con programas de control y erradicación de brucelosis), compra o canje de sementales y vientres entre explotaciones sin control sanitario alguno, manejo indebido de los abortos, falta de aislamiento del animal que abortó hasta la confirmación de su etiología, carencia de la desinfección de áreas y material infectados, falta de control en la movilización de animales, personas y vehículos ajenos a la explotación dentro de la misma, ausencia de registros, la casi inexistente vacunación contra Brucella y la no realización de muestreos serológicos rutinarios para el diagnóstico de brucelosis en la explotación.

ECONOMICOS.

La organización de programas de control ideados por los gobiernos, son costosos y frecuentemente muchos recursos no son aprovechados, por esto, - cada país debe pensar en evaluar los costos y beneficios de cualquier esfuerzo realizado. Los propietarios de ganado deben ser convencidos de los beneficios económicos susceptibles de obtener, mediante la utilización de algunos programas de control y erradicación de la brucelosis que hayan sido efectuados con éxito.

Es posible clasificar a las pérdidas económicas ocasionadas por la - brucelosis, de la siguiente forma:

a) Pérdidas directas aparentes.

Las ocasionadas por abortos, becerros muertos, problemas reproductivos, costo de los reemplazos, disminución en la producción de leche, disminución en la producción de carne, gastos médicos y mortalidad.

b) Pérdidas directas no aparentes.

Retraso del crecimiento, pérdidas de peso, depreciación de animales enfermos, recuperación del peso perdido, pérdida del mercado interno

y pérdida de líneas genéticas.

c). Pérdidas indirectas consecutivas:

Afecciones de la salud humana y sus consecuencias:

Ausentismo, gastos médicos, indemnizaciones, mortalidad, incapacidades, bajas en la producción (4,6).

Las pérdidas debidas a abortos en bovinos de carne, son generalmente evaluadas al precio en el mercado de un ternero al destete y para ganado lechero en el valor de venta del ternero a los pocos días de nacido. Investigadores del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, han estimado que las pérdidas en la producción de leche, ocasionadas por la brucelosis, alcanzan el 20% y que las pérdidas en la producción de carne alcanzan el 15%, se toma como base una vaca infectada (17).

El complejo Agrícola Industrial de Tizayuca, Hgo. (C.A.I.T.) fue creado en 1973; teniendo como objetivo la descentralización de las explotaciones lecheras del Distrito Federal, para resolver así las dificultades que los establos ocasionaban: graves problemas de salud pública, fuertes presiones sobre los precios de la leche y la evasión de reglamentaciones sanitarias, fiscales, laborales y de comercio (13).

Durante el primer trienio de operaciones, acusó graves problemas de brucelosis bovina, registrandose incidencias por hato de hasta un 39.47%, por lo que se utilizó la vacunación y revacunación de animales adultos con la vacuna de Brucella abortus cepa 19 en dosis reducida (3×10^9) y la eliminación de reactores positivos utilizando las pruebas de; tarjeta, fijación de complemento, de anillo en leche y aislamientos bacteriológicos*.

Se probó simultaneamente la eficiencia de la vacunación con Brucella

*Departamento de Medicina Preventiva, CAIT.: Registros sobre brucelosis en los establos (1989).

abortus cepa 19 en dosis completa en 771 becerras de 3 a 6 meses de edad en el centro de recria del CAIT en el período de 1979-1982. Se detectaron 99 vaquillas positivas a Bruceella (12.84%), considerandose éstas como las no protegidas por la vacuna (5).

En 1985 Carmona (8), en un estudio de la respuesta inmune y hallazgos bacteriológicos en bovinos adultos revacunados con cepa 19 en dosis reducida en el CAIT, con una muestra de 20 hatos divididos en 4 grupos de acuerdo al grado de infección, concluyó lo siguiente:

- La vacunación de hembras adultas con cepa 19 en dosis reducida, mostró ser un procedimiento efectivo para el control de la brucelosis, en hatos donde el método de prueba y sacrificio no produjo los resultados esperados.
- Es posible que la vacunación con dosis reducida de cepa 19 -bajo condiciones de alto riesgo epizootiológico- no controle el estado nosológico, por lo que se hace necesario la utilización de la revacunación.
- La revacunación de hembras adultas con cepa 19 reduce significativamente la brucelosis en los hatos.
- Es necesario continuar las investigaciones, considerando la participación de un grupo control.

Sánchez-López y col. en 1988 (21), reportan en un análisis de bovinos adultos desechados por el CAIT durante el lapso comprendido entre 1981 a 1985 haber eliminado por causa de la brucelosis a 1898, 1181, 267, 123 y 62 vacas respectivamente, que suman 3531 vientres, lo que significa el 48%, 39%, 9%, 4% y 2% del total de desechos correspondientemente. Como se puede apreciar, el número de animales eliminados por causa de la brucelosis es grande; ésto sin considerar los inicios del programa en 1979 y 1980 donde presumiblemente el número de vientres eliminados por año fue notable.

Estos datos —por si solos— son incapaces de darnos una idea exacta de los resultados obtenidos, es necesario medir muchas más variables para determinar que tan benéfico fue el método utilizado.

Es necesario elaborar un sistema sencillo que permita una confiable - evaluación de las alternativas de elección, para el control y erradicación de la brucelosis en una explotación; que ofrezca un conocimiento objetivo de las pérdidas ocasionadas por la enfermedad y las posibles ventajas de los diferentes métodos de control y erradicación, permitiendo así al productor elegir, si no es posible, la que ofrezca los mejores resultados técnicos y los menores problemas de manejo con el mínimo costo, si, la que en beneficios marginales sea la más adecuada a cada caso en particular.

El objetivo del presente estudio fue determinar el daño económico infringido por la brucelosis bovina en un hato lechero, obteniendo explícitamente las pérdidas ocasionadas por la presencia de la enfermedad y el costo del programa de control, mediante la utilización de las vacunaciones con Brucella abortus en dosis reducida de cepa 19 e identificación y eliminación de reactores positivos.

II. MATERIAL Y METODOS.

La Empresa Agropecuaria objeto del presente estudio, se encuentra ubicada dentro del Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca, Hgo., su localización geográfica por coordenadas es de 19°51'25" de latitud norte y 98°59'8" de longitud oeste; según la clasificación climática de Köppen y modificada por E. García (1980) tiene un clima BS_1kw (tipo semiseco templado con lluvias en verano, con un porcentaje de precipitación invernal entre el 5 y 10.2%), con precipitación total anual de 624.9 mm y una temperatura media anual de 16.3°C (22). Es un estable lechero con 195.4 vientres en promedio, en una superficie de 6655 m² incluyendo: bodega, oficina, sala de ordeño y casa habitación.

Se efectuó el análisis retrospectivo del control de la brucelosis bovina realizado por el CAIT durante el período comprendido entre 1977 a 1985, mediante revacunaciones con Brucella abortus cepa 19 en dosis reducida en bovinos adultos, e identificación y eliminación de reactores positivos, mediante la utilización de las pruebas de tarjeta, fijación de complemento y anillo en leche, complementando el diagnóstico con aislamientos bacteriológicos en abortos. Se reportaron incidencias de hasta un 8.12%, se eliminaron un total de 72 vacas, registrandose 21 abortos en 20 vacas, con un total de 26 becerros abortados; sólo se registró una vaca que abortó dos veces (Cuadro No.1).

Se obtuvo de los registros de salud animal, reproductivos, productivos y contables, la información necesaria para calcular:

- 1) Pérdidas ocasionadas por la presencia de la enfermedad en el hato (L).
- 2) Costo del programa de control (C).

Para tal efecto, se requirió de los siguientes cálculos (2):

- a) Costo por cabeza de ganado por día en la explotación (C_1).

- b) Estado de resultados de operación.
- c) Balance general.
- d) Valor actual neto (VAN)(24), a Abril de 1989.

Los cálculos antes listados se efectuaron cada año, abarcando los 7 años en que se diagnóstico la presencia de la enfermedad en la explotación y 2 años después, en que los muestreos serológicos no detectaron caso alguno de brucelosis bovina en el hato.

Todos los cálculos efectuados para las variables "L" y "C" se cerraron contablemente con el año calendario de cada uno de los nueve analizados y circunscribieron al Ciclo Económico de la Producción Láctea (CEPLA), que se divide en Período de Inversión (PI) y Período Económicamente Productivo (PEP). El PI se subdivide en productivo (PI_p) y seco (PI_s). El PEP se subdivide en Período Económicamente Productivo que Cubre la Inversión -- (PEP_{CI}) efectuada en el PI, y Período Económicamente Productivo que genera Utilidades (PEP_u). Determinaron el inicio del CEPLA, el arribo de la vaca a la explotación o el segundo punto de equilibrio en la curva de producción láctea inmediata anterior; el final del CEPLA será el segundo punto de equilibrio en la curva de producción láctea en cuestión (fig.No.1).

En la obtención de las curvas de producción láctea de cada vaca estudiada, se utilizaron los registros productivos del establo y el modelo matemático de producción láctea para el CAIT (9).

A continuación se enumeran, y detallan los procedimientos de cálculo de cada una de las variables analizadas.

- 1.1.). Pérdidas ocasionadas por los abortos.
 - 1.1.1.). Pérdidas por ausencia o disminución en la producción láctea debidas al aborto (L_1).

$$L_1 = \sum_{a=1}^n (\text{LNP} \cdot \text{PxL})$$

* a = Vientres que abortaron por Brucella.

PxL = Precio por litro de leche.

LNP = Litros de leche no producida.

1.1.2.). Pérdida del becerro (L_2).

$$L_2 = \sum_{a=1}^n (\text{Pxbp})$$

* Pxbp = Precio del becerro al parto.

1.1.3.). Gastos por medicamentos por tratamientos de vaca abortada (L_3)

$$L_3 = \sum_{a=1}^n \text{MTa}$$

* MTa = Costo de medicamentos en tratamientos por vaca abortada.

1.1.4.). Gastos por servicios médico veterinarios por tratamiento de vaca abortada (L_4).

$$L_4 = \sum_{a=1}^n \text{SMTa}$$

*SMTa = Costo del servicio médico veterinario por tratamiento por vaca abortada.

1.1.5.). Pérdidas por semen en servicios para la gestación abortada y los que excedan del promedio del hato para la siguiente gestación (L_5)

$$L_5 = \sum_{a=1}^n \text{Px Sa}$$

*Px Sa = Suma de los precios por dosis de semen utilizadas por

gestación abortada y las que excedan del promedio en la siguiente gestación.

1.1.6.). Pérdidas en períodos de inversión desaprovechados por el aborto, sin retención de la vaca al siguiente CEPLA (L_6).

$$L_6 = \sum_{a=1}^n \left[-DPI_s (C_I - AC_I + A_{VS}) + (-DPI_p [C_I - AC_I + A_{VP}] + [LP \cdot PxL]) \right]$$

* DPI_s = Número de días en período de inversión y estando seca la vaca.

DPI_p = Número de días en período de inversión y estando la vaca en producción, en cada dieta del período.

AC_I = Costo por alimentación en C_I .

A_{VS} = Costo por alimentación de una vaca vacía seca por día.

A_{VP} = Costo de alimentación de una vaca en producción por día, en cada dieta del período.

L_p = Litros de leche producidos en ese período.

1.1.7.). Pérdidas en períodos de inversión excesivamente largos por el aborto con retención de la vaca (L_7). (Se restaron el número promedio de días del período seco normal en el establo a los días secos próximos al parto después del aborto).

$$L_7 = \sum_{a=1}^n \left[-DPI_s (C_I - AC_I + A_{VS}) + (-DPI_p [C_I - AC_I + A_{VP}] + [LP \cdot PxL]) \right]$$

1.2.). Pérdidas originadas por diferencia en el precio obtenido por litro de leche a la venta (L_8), -estímulo pagado por el CAIT a establos libres de brucelosis-.

$$L_8 = (Px \text{ LLLB} - Px \text{ LLCB}) \cdot NLLPF$$

*LLLB = Litro de leche libre de brucelosis.

LLCB = Litro de leche con brucelosis.

NLLPf = Número de litros de leche producidos con diferencia de precio en el año.

- 2.1.). Costos por servicio médico veterinario para el control y erradicación de la brucelosis.
- 2.1.1.). Costos por muestreos serológicos periódicos del hato (C_1).
- 2.1.2.). Costos por muestreos serológicos y bacteriológicos de ca sos particularmente sospechosos a brucelosis (C_2).
- 2.1.3.). Costos por vacunaciones en el hato con dosis reducida (C_3).
- 2.1.4.). Costos por vacunación de becerras con dosis normal de C-19 (C_4).
- Los costos de servicio veterinario incluyeron; el traslado de muestras al laboratorio de diagnóstico, recoger los re sultados, interpretarlos y entregarlos al productor. También implicó el manejo personal de los biológicos desde la compra a laboratorio, hasta su aplicación en los animales.
- 2.2.). Costos por servicios recibidos de laboratorio:
- 2.2.1.). Costos por la realización de pruebas serológicas (C_5).
- 2.2.2.). Costos por cultivos bacteriológicos (C_6).
- 2.2.3.). Costos por titulación de vacunas (C_7).
- 2.2.4.). Otros pagos a laboratorios (C_8).
- 2.3.). Material y equipo requerido:
- 2.3.1.). Costos por tubos y agujas vacutainer nuevos y agujas metá licas (C_9).
- 2.3.2.). Costos por lavado y esterilización de material (C_{10}).
- 2.4.). Otros costos varios.
- 2.4.1.). Biológicos (Vacuna C-19) (C_{11}).

- 2.4.2.). Desinfectantes específicos para la Brucella (C_{12}).
- 2.4.3.). Pago de servicios de desinfección contra Brucella (C_{13}).
- 2.4.4.). Costos de cuarentena (C_{14}).
- 2.4.5.). Pérdidas por excesiva depreciación efectuada en vientres -
eliminados por Brucella, al no alcanzar el tiempo promedio
de depreciación en el hato (C_{15}).

$$C_{15} = \sum_{b=1}^n (DpH - Dpa)$$

* b = Animales brucelosos.

DpH = Depreciación promedio en hato.

Dpa = Depreciación acumulada al desecho.

- 2.4.6.). Pérdidas en Períodos de Inversión no recuperados al dese-
chase en este ciclo la vaca por ser positiva a brucelosis
y por así requerirlo el programa de control y erradicación
de la brucelosis en el hato (C_{16}).

$$C_{16} = \sum_{b=1}^n \left[-DPI_S(C_I - AC_I + A_{VS}) + (-DPI_P[C_I - AC_I + A_{VP}] + [LP \cdot PxL]) \right]$$

- 2.4.7.). Pérdidas por semen utilizado en el último ciclo por el -
pronto desecho de la vaca brucelosa (C_{17}).

$$C_{17} = \sum_{b=1}^n PxSd$$

* PxSd = Suma de los precios por dosis de semen utilizados
en el último ciclo, que se han perdido por el -
pronto desecho de la vaca brucelosa.

Al cerrar contablemente cada año calendario, de todos y cada uno, se
sustraen de los costos totales la cantidad correspondiente de cada varia-

ble "L" y "C" que se listan a continuación: $L_3, L_5, C_9, C_{12}, C_{14}$ y C_{17} . Lo anterior se efectuó con la intención de evitar duplicidad en los costos de el cálculo del resto de las variables.

Finalmente tendremos:

Pérdidas ocasionadas por la presencia de la enfermedad en el hato (L).

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 + L_7 + L_8$$

Costo del programa de control y erradicación (C).

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 + C_8 + C_9 + C_{10} + C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14} + C_{15} + C_{16} + C_{17}$$

Todos los valores calculados se trajeron a valor presente —Abril de 1989— (20) para evitar los problemas que pudiera ocasionar el proceso inflacionario del país y tener una concepción más clara al manejarse la información a precios actuales, para tal efecto se utilizaron los Indices de Precios emitidos por el Banco de México (3).

III. RESULTADOS.

Durante los nueve años analizados (1977-1985), en el establo hubo una permanencia promedio por vaca sin brucelosis ni tuberculosis de 1596.64 días (4.37 años), contra 989.77 días (2.71 años) en las vacas brucelosas, de estas últimas se identificaron y eliminaron un total de 72 vacas; se produjeron 21 abortos considerados brucelosos (por haberse efectuado en el último tercio de la gestación y en vientres posteriormente diagnósticamente positivos a brucelosis bovina) —Cuadro No.1—. De las 20 vacas que abortaron; 5 fueron retenidas en el establo (L_7) al menos por un ciclo productivo más, las 15 vacas restantes fueron eliminadas poco después de aborto (L_6), el número de días transcurridos desde el aborto hasta el momento del desecho tuvieron un rango de 4 a 69 días, más un dato que se dispara: 306 días, y que ocasiona el mismo efecto en los parámetros de descripción del conjunto de datos. En el cuadro No.2 se resumen los resultados del presente estudio, cabe señalar que en la variable "pérdidas por ausencia o disminución de la producción láctea debida al aborto (L_1)", en ningún caso hubo ausencia de la producción y la disminución no fue posible calcularla. Las variables: L_4 , C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , C_{11} y C_{13} no representaron un costo adicional para el productor, pues éstas quedan cubiertas por la cuota por servicios médicos veterinarios que paga el establo, igualmente en el caso de las variables: C_5 , C_6 , C_7 , C_8 y C_{10} tampoco representaron un costo adicional para el productor (pero sí para el país), por ser estos absorbidos por Sanidad Animal-SARH. En cuanto a las pérdidas por la diferencia en el precio obtenido por litro de leche a la venta (L_8), —estímulo pagado por el CAITA establos libres de brucelosis—, la empresa en cuestión siempre obtuvo dicho sobreprecio por mantenerse dentro del programa de control y erradicación de la brucelosis bovina, por lo tanto no se incurrió en tal pérdida.

Las variables con el mayor porcentaje del total de las pérdidas registradas fueron; pérdida del becerro por aborto (L_2) 16.16%, pérdidas por períodos de inversión sin retención de la vaca (L_6) 32.97% y pérdidas por períodos de inversión excesivamente largos por el aborto con retención de la vaca (L_7) 42.56%, las tres variables suman el 91.69% de las pérdidas ocasionadas por la presencia de la enfermedad en el hato (L). En el costo del programa de control de la brucelosis bovina en el establo (C), dos variables fueron las más importantes: pérdidas por excesiva depreciación efectuada en vientres eliminados por la Bruceella al no alcanzar el promedio de depreciación en el hato de 1596.64 días (C_{15}) 64.64%, y pérdidas en períodos de inversión no recuperados al desecharse en este ciclo la vaca por ser positiva a brucelosis (C_{16}) 28.69%; las dos variables suman 93.33%.

Al descomponer las pérdidas en "L", para obtener los costos por aborto por vaca en el establo, con y sin retención de la vaca, se determinaron \$1'602,630.16 y \$ 646,069.75 pesos respectivamente.

- No hubo caso alguno de manifestaciones clínicas sugestivas de brucelosis, en ninguna de las personas que laboraron en el establo o que acudían regularmente a él.

Las pérdidas ocasionadas por la presencia de la enfermedad en el hato (L) fueron de \$ 19'306,827 pesos y el costo del programa de control de la brucelosis bovina (C) fue de \$ 60'963,028 pesos, por lo que el daño económico infringido por la brucelosis al hato fue de \$ 80'269,855 pesos, en tanto los costos del programa de vigilancia epidemiológica posterior al control y sucedida en los dos últimos años del estudio fue de \$ 3'286,462 pesos. Por lo tanto, por cada peso perdido por la presencia de la enfermedad en el hato se invirtieron \$ 3.1575 pesos en el programa de control de la brucelosis bovina en el establo (Cuadro No.2).

IV. DISCUSION.

Al efectuar la revisión de literatura, no se encontró ninguna publicación que abordara el tema del presente estudio a nivel de hato, sólo se detectaron investigaciones analizando la problemática a niveles regionales y nacionales, casos específicos de Australia (23), Canadá (7) y Estados Unidos de América (10), donde se plantearon objetivos, unidades experimentales y variables diferentes, debido básicamente a la vastedad cubierta en las investigaciones de dichos países, contrasta con el presente análisis efectuando a nivel de hato; en el cual fue posible tener un mayor grado de detalle. Por lo tanto se carece de un punto de comparación en la discusión de los resultados, por lo que se procederá sin este auxilio.

Bajo el presente esquema experimental no fue posible controlar las variables de confusión, tal es el caso por ejemplo, de la presencia de leptospirosis en algunos animales.

Examinando los resultados obtenidos (Cuadro No.2) resalta como los costos del programa de control de la brucelosis bovina (C) representan 3.16 veces la cantidad obtenida para las pérdidas ocasionadas por la presencia de la enfermedad en el hato, siendo dos las variables responsables —en poco más del 90%— de tal diferencia (C_{15} y C_{16}), ésto se debe a un solo motivo, el momento del desecho. Las pérdidas originadas por el desecho de la vaca en producción (C_{16}) antes de concluir el período económicamente productivo que cubre la inversión (PEP_{CI}) tuvieron casi la misma magnitud (90.6%) de las ocasionadas por la presencia de la enfermedad en el hato (L), pero fueron mucho mayores (204.1%) las provocadas por la excesiva depreciación efectuada por el desecho de las vacas brucelosas antes de alcanzar el promedio de depreciación en el hato (C_{15}) provocando la pérdida de un total de 43,694.41 días que significan 119.71 años-vientre en el esta-

blo, que considerando la vida promedio de las vacas en este establo (4.3744 años) se traduce en la pérdida total de 27.4 vacas.

Con respecto a las variables analizadas para la cuantificación de las pérdidas ocasionadas por la presencia de la enfermedad en el hato (L), es importante mencionar la lamentable imposibilidad de poder estimar las pérdidas por la disminución de la producción láctea debida al aborto; ya que en ningún caso hubo ausencia de la producción. Se puede destacar que después del aborto, en la mayoría de los casos se presentó un repunte en la producción, pero tanto en estos casos como en los que no sucedió tal repunte, no deja de ser importante la cuantificación exacta de este rubro.

Fueron tres las variables con el mayor porcentaje obtenido al medir las pérdidas ocasionadas por la presencia de la enfermedad en el hato (L); L_2 , L_6 y L_7 . La pérdida del becerro por el aborto (L_2) que sólo representa el 16.16% de las pérdidas totales producidas por los abortos, es la única cantidad que la Organización Panamericana de la Salud (17) cita como la generalidad para el cálculo de las pérdidas debido a los abortos en bovinos de leche. Esto habla por sí solo, de la subestimación que se está haciendo de la realidad. En lo que concierne a las variables L_6 y L_7 , la suma de ambos porcentajes representan el 75.53% de las pérdidas totales por el aborto, pero prácticamente representan el mismo rubro: pérdidas por períodos de inversión en el CEPLA debido al aborto, la diferenciación está en la retención o eliminación de la vaca abortada, lógicamente las pérdidas para los períodos de inversión fueron mayores en la retención (L_7) -- (\$ 1'369,458.70 pesos por aborto), que en la eliminación (L_6) (\$424,426.59 pesos por aborto) de las vacas abortadas. Igualmente sucedió al comparar las pérdidas totales en "L", las pérdidas por aborto con retención de la vaca, fueron de \$ 1'602,630.16 pesos, 248.06% de la cantidad perdida por

aborto sin la retención de la vaca abortada: \$ 646,069.75 pesos; ésto establece una diferencia de \$ 956,560.41 pesos, contra los \$ 547,327.94 pesos por vaca que se pretendió evitar perder por la excesiva depreciación efectuada en vientres eliminados por Brucella (C_{15}) y que finalmente resultó contraproducente con una pérdida del 74.77% de más (Cuadro No.3). Es importante resaltar como esta cantidad es mayor a la necesaria para cubrir el primer período de inversión en el CEPLA de una vaquilla gestante de reposición, que como vientre seco durante 60 días (tiempo durante el cual debe parir) es de \$ 766,381.50 pesos, resultando así más conveniente haber mandado al rastro las vacas con aborto y reponerlas con vaquillas gestantes - sin brucelosis, que haberlas retenido en el establo, durante el período en estudio. Con esta política de no efectuarse la retención de la vaca abortada en el establo como un manejo rutinario, todas las pérdidas por la excesiva depreciación efectuada en vientres eliminados por el aborto bruceloso, deberán ser consideradas como pérdidas ocasionadas por la presencia de la enfermedad en el hato (L), y no como se realizó en este estudio; dentro de los costos del programa de control (C).

En 1985 Carmona (8) en una investigación efectuada en el C.A.I.T., sobre la revacunación con Brucella abortus cepa 19 en dosis reducida en vientres adultos Holstein-Friesian —analizando la respuesta inmune y los hallazgos bacteriológicos— concluyen que este método demostró ser un procedimiento efectivo para el control de la brucelosis, pues redujo significativamente la frecuencia de esta enfermedad en los hatos, por lo que consideran necesario la revacunación en ganado adulto especialmente bajo condiciones de alto riesgo epizootiológico. Abundando; para hacer rentable al productor los programas de control de la brucelosis bovina, es necesario disminuir - los costos del programa, para tal efecto debería empezarse por evitar en la

medida que esto sea posible, los errores citados en el inicio del presente capítulo: las pérdidas originadas por el desecho de la vaca en producción (C_{16}) antes de concluir el período económicamente productivo que cubre la inversión (PEP_{CI}), pérdidas por la excesiva depreciación efectuada por el desecho de las vacas brucelosas antes de alcanzar el tiempo promedio de depreciación en el hato (C_{15}) y las pérdidas ocasionadas por la retención de la vaca abortada (L_7). Las pérdidas provocadas por C_{16} y L_7 , son las más susceptibles de minimizar e incluso suprimir, de ésta forma; los costos del programa de control pudieron reducirse hasta en un 28.7%, y las pérdidas producidas por la presencia de la enfermedad en el hato hasta en un 42.6%.

Los altos costos que en su inicio tuvo el programa de vigilancia epidemiológica se debieron básicamente a costos de cuarentena (96.2%) por 36 vaquillas importadas del Canadá (Cuadro No.2). Este costo desaparecería de no repetirse la compra de vientres fuera del C.A.I.T..

Se aclara que en este estudio sólo se efectuó el análisis del daño económico producido por la brucelosis bovina a un hato lechero con un programa de control, obteniendo explícitamente el costo del programa y las pérdidas ocasionadas por la presencia de la enfermedad en el hato, no debe confundirse éste último, con los beneficios obtenidos por el programa de control y que no estuvo contemplado dentro de la investigación.

V. CONCLUSIONES.

- El daño económico acumulado y actualizado a precios de abril de 1989, que ocasionó la enfermedad durante los siete años de su presentación en el hato fue de \$ 80'269,855 pesos.
- Se invirtieron \$ 3.16 pesos en el programa de control de la brucelosis bovina por cada peso perdido por la presencia de la enfermedad en el establo.
- Las decisiones que innecesariamente y en mayor medida incrementaron el daño económico producido por la brucelosis al establo fueron:
 - a). El desecho de algunas vacas diagnosticadas brucelosas, que estaban en el inicio de su lactancia y que provocó un aumento en la depreciación de las mismas, al no esperar al menos la proximidad al último punto de equilibrio del CEPLA (C_{15}).
 - b). El desecho de las vacas en producción, antes de cubrir su correspondiente período de inversión (C_{16}).
 - c). La retención de las vacas abortadas (L_7).
- Es necesario efectuar más trabajos que evalúen económicamente diferentes programas de control y/o erradicación de la brucelosis bovina a nivel de hato, para conformar un conocimiento cada vez más amplio y exacto de lo que sucede dentro de la explotación bajo programas de ésta índole; ésto proporcionará más elementos de juicio en la elección del método que más convenga a cada caso en particular.

APENDICE

Cuadro 1. Parámetros de algunas variables, obtenidos en el cálculo del daño económico producido por la brucelosis bovina a un hato lechero con un programa de control.

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	TOTAL
No. de Abortos en L ₂	1	1	3	6	14	1	-	-	-	26
No. de dosis de Semen en L ₅	2	7	9	41	4	-	-	-	-	63
No. de días en C ₁₅	247.7809	1474.9393	8963.6259	10114.0922	10,876.9308	9865.7639	2157.2775	-	-	43,694.41
No. de dosis de Semen en C ₁₇	-	-	1	16	24	23	1	-	-	65
No. de vacas brucelosas eliminadas	-	-	-	2	46	22	2	-	-	72

* L₂ = Pérdidas por becerros abortados.

L₅ = Pérdidas por semen en servicios para la gestación abortada y las que excedan del promedio del hato para la siguiente gestación.

C₁₅ = Pérdidas por excesiva depreciación efectuada en vientres eliminados por Brucella al no alcanzar el tiempo promedio de depreciación en el hato.

C₁₇ = Pérdidas por semen utilizado en el último ciclo por el pronto desecno de la vaca brucelosa.

Cuadro 2. Detalle del daño económico infringido por la brucelosis bovina al establo.
-Precios a abril de 1989-

Variables	Años	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	Total por variable	%
L ₁ P por leche no producida por aborto.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L ₂ Pérdida del becerro por aborto.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L ₃ P por medicamentos en abortos.	120,000.00	120,000.00	350,000.00	720,000.00	1'680,000.00	120,000.00	-	-	-	-	3'120,000.00	16.16009
L ₄ P por servicios médicos por abortos.	19,154.80	11,421.72	52,398.43	125,976.17	174,630.30	4,010.00	-	-	-	-	398,651.42	2.05482
L ₅ DS por aborto y excedan de la media.	28,733.28	140,774.45	152,559.65	800,765.30	82,172.17	-	-	-	-	-	1'205,024.89	6.24144
L ₆ P en PI por aborto sin retención de la vaca.	245,069.68	502,354.33	-	1'189,771.47	4'200,305.06	128,278.24	-	-	-	-	6'366,395.73	32.97486
L ₇ P en PI por aborto con retención de la vaca.	-	-	4'449,934.01	2'454,528.70	1'312,289.50	-	-	-	-	-	8'216,752.21	42.55879
L ₈ P por diferencia de precio en leche por ser un hato libre de Br.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal por año (L).	412,987.76	775,150.54	5'024,882.09	5'292,061.64	7'549,457.03	252,288.24	-	-	-	-	19'306,827.30	100.00
C ₁ -C ₄ Costo del SMV por el programa.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C ₅ -C ₆ Costo por servicio de laboratorio, tubos vacuameter y agujas.	-	-	-	-	-	191,091.88	264,900.73	14,138.65	(34,673.21)	-	470,131.25	0.77117
C ₇ -C ₉ Lavado y esterilización de material. Biológicos.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C ₁₀ -C ₁₁ Desinfectantes específicos contra Br.	-	-	-	-	-	140,453.79	-	-	-	(80,359.67)	140,453.79	0.23039
C ₁₂ Servicio de desinfección contra Br.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C ₁₃ Costos de cuarentena.	2'397,446.42	1'330,235.04	8'084,216.92	9'121,812.56	9'809,810.12	8'897,847.41	1'945,629.98	-	-	3'161,428.98	2'397,446.42	3.33263
C ₁₄ P por excesiva depreciación.	218,060.11	-	170,095.87	6'125,181.69	7'262,539.19	3'932,194.28	-	-	-	-	33'407,612.14	54.64182
C ₁₅ P por PI por desecho de brucelosa.	-	-	24,045.07	374,423.89	307,809.65	334,166.05	16,836.32	-	-	-	1'057,281.58	1.73430
C ₁₆ P en semen por desecho.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C ₁₇	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal por año (C).	2'615,508.53	1'330,235.04	8'278,347.86	15'621,418.14	17'711,804.63	3'429,108.47	1'976,605.55	-	-	-	60'963,028.22	100.00
Total por año (L + C).	3'028,496.29	2'015,385.58	13'303,229.95	20'913,479.78	25'261,261.66	3'681,396.71	1'976,605.55	-	-	-	80'269,855.52	-
() Costo de vigilancia epidemiológica.	-	-	-	-	-	-	-	(34,673.21)	(3'251,788.63)	(3'286,461.84)	-	-

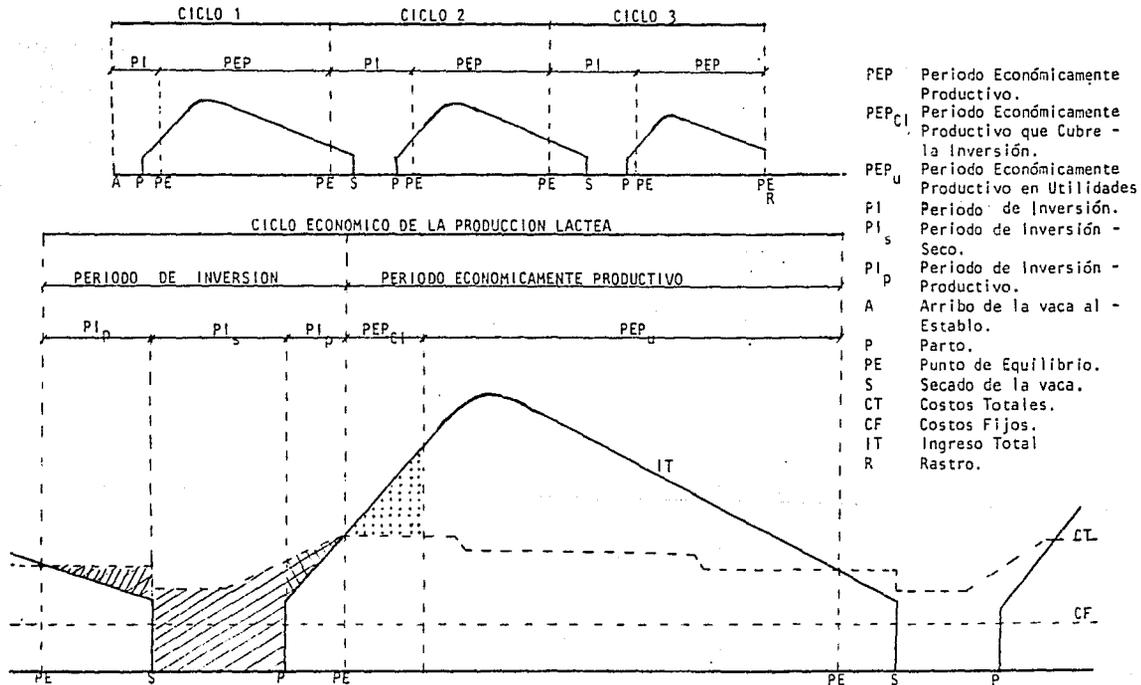
$\frac{C}{L} = \$ 3.1575$ Pesos invertidos en el programa de control por cada peso perdido por la presencia de la brucelosis bovina en el hato.

- * Br. = Brucella.
- PI = Períodos de inversión.
- DS = Dosis de semen.
- SMV = Servicio médico veterinario.
- P = Pérdidas.

Cuadro 3. Costos por aborto —presumiblemente bruceloso— en el establo.
 —Precios a abril de 1989—

CONCEPTO DEL COSTO	COSTO POR ABORTO CON RETENCION DE LA VACA	COSTO POR ABORTO SIN RETENCION DE LA VACA
Pérdidas en medicamentos por tratamiento de vacas abortadas (L ₃).	\$ 30,125.508	\$ 14,526.557
Dosis de semen perdido en la gestación - abortada y las que excedan de la media (L ₅).	\$ 43,045.951	\$ 63,116.611
Pérdidas por becerros abortados (L ₂).	\$160,000.00	\$144,000.00
Períodos de inversión perdidos por el aborto sin retención de la vaca (L ₆).	-	\$424,426.585
Períodos de inversión perdidos por el aborto con retención de la vaca (L ₇).	\$1'369,458.701	-
T O T A L	\$1'602,630.16	\$646,069.754

Figura No.1 CICLO ECONOMICO DE LA PRODUCCION LACTEA (CEPLA).



VI. LITERATURA CITADA.

1. Acha, N.P., y Szyfres, B.: Zoonosis y Enfermedades Transmisibles comunes al hombre y a los animales, 2a. Ed., OPS, Washington, D.C. 1986.
2. Aguilar, V.A., Alonso, P.E., Baños, C.A., Espinosa, M.A., Juárez, G. J., Tort, U.A. y Caletti, R.C.: Aspectos Económicos y Administrativos de la Empresa Agropecuaria. Limusa, México, D.F. 1983.
3. Banco de México, S.A.: Indicadores Económicos. Litografía y Tipografía Yolva, México, D.F., 1989.
4. Calcedo, V.O.: Aspecto Económico de la Brucelosis. 1er. Symposium Nacional de Brucelosis, Segovia, España, 1968. Citado por Ciprian, C.A. Repercusión económica de la brucelosis en México. Memorias del Foro Nacional Sobre Brucelosis, México, D.F. 1978, 76-83, Guadarrama, México, D.F., (1978).
5. Calva, V.G.C.: Eficiencia de la vacuna de Brucella abortus cepa 19 do sis completa en bovinos de 3 a 6 meses de edad. Tesis de licenciatura, Fac.Med.Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1983.
6. Campaire, C. y García, C.: El problema de la brucelosis bovina. 1er. Symposium Nacional de Brucelosis, Segovia, España, 1968. Citado por Ciprian, C.A.: Repercusión económica de la brucelosis en México. Memorias del Foro Nacional Sobre Brucelosis, México, D.F., 1978, 76-83, - Ed. Guadarrama, México, D.F. (1978).
7. Canadian Department of Agriculture: Brucellosis eradication in Canada Progress Report. Food Production and Inspection Branch, Canadian Department of Agriculture. March, 1985.
8. Carmona, R.F.B.: Respuesta inmune y hallazgos bacteriológicos en bovinos Holstein-Friesian adultos revacunados con Brucella abortus cepa 19

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- en dosis reducida. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot.,
Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1985.
9. Departamento de Mejoramiento Genético, : Métodos de indexación de va-
cas en el CAIT, Documento Técnico No.2, México, 1986.
 10. Dietrich, R.A., Amosson, S.H., Crawford, R.P.: Economic and Epidemio-
logic Analysis of U.S. Bovine Brucellosis Programs. Bulletin, Texas -
Agricultural Experiment Station. Texas, 1986.
 11. Escárzaga, E.: Brucelosis. Algunos aspectos de la infección en huma-
nos. Memorias del Foro Nacional Sobre Brucelosis, México, D.F. 1978,
47-59, Guadarrama, México 13, D.F. (1978).
 12. Flores, C.R., Suárez, G.F. y Herrera, D.: Enfermedades que afectan la
reproducción. Memorias del Curso de Actualización: Aspectos Reproduc-
tivos del Ganado Bovino Productor de Carne. México, D.F. 1978, 99-126
Fac. Med. Vet. y Zoot. U.N.A.M., México, D.F. (1978).
 13. Fondo del Programa de Descentralización de las Explotaciones Lecheras
del Distrito Federal.: Nacimiento y Desarrollo del Fideicomiso PRODEL.
Oficio 14-80/021(0180) girado por la Gerencia de Planeación el 16 de
Octubre de 1980. 2-3. México, D.F. 1980.
 14. Nicoletti, P.: The epidemiology of bovine brucellosis. Adv. Vet. Sci.
and Comp. Med., 24: 69-98 (1980).
 15. Nicoletti, P.: The control of brucellosis in tropical and subtropical
regions, Impact of diseases on livestock production in the tropics. -
Edited by: H.P. Riemann and M.J. BurrIDGE, 913-916, Elsevier Science
Publishers, New York. U.S.A., 1984.
 16. O'Hara, P.J. and Chistiansen, K.H.: Investigation of abortions in bru-
cellosis tested herds. N.Z. Vet. J., 26: 70-73 (1978).
 17. Organización Panamericana de la Salud: Guía para la preparación y eva

- luación de proyectos de lucha contra la brucelosis bovina. Centro Panamericano de Zoonosis, Nota Técnica No.14., 1-26, Buenos Aires, Argentina, 1972.
18. Organización Panamericana de la Salud: Diagnóstico de la Salud Animal en las Américas. OPS, Publicación Científica No.452, 95-101, Washington, D.C. 1983.
 19. Rodríguez, D., Argote, E. y Pavlas, M.: Estudio de la Supervivencia de los gérmenes de brucella en nuestro ambiente. Rta. Cub. Cienc. Vet., 1: 159-166 (1970).
 20. Ruíz, V.L.: Administración y Contabilidad Agropecuaria. 2a. Ed., Banca y Comercio, México, D.F., 1978.
 21. Sánchez-López, S.: Análisis de las causas de desecho de bovinos adultos vivos en el Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca, Hidalgo de 1981 a 1985. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1988.
 22. S.P.P.: Atlas Nacional del Medio Físico. Ed. Dir. Gral. de Geografía del Territorio Nacional, México, D.F., 1981.
 23. Stoneham, G., Johnston, J.: The Australian Brucellosis and Tuberculosis eradication campaign. Bureau of Agricultural Economics, Occasional paper 97, Camberra, Australia, 1987.
 24. Trueta, S.R.: Material didáctico de la cátedra de planeación de empresas agropecuarias. 1a. Ed., Fac. Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1986.