

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



TESIS

**SEROPREVALENCIA DE BRUCELOSIS Y SU EFECTO SOBRE LA
PRODUCTIVIDAD DE HATOS CAPRINOS EN ARAMBERRI, NUEVO
LEÓN**

**PRESENTA
ADRIANA BANDA CASTILLO**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL**

NOVIEMBRE 2015

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
POSGRADO CONJUNTO EN CIENCIA ANIMAL**



TESIS

**SEROPREVALENCIA DE BRUCELOSIS Y SU EFECTO SOBRE LA
PRODUCTIVIDAD DE HATOS CAPRINOS EN ARAMBERRI, NUEVO
LEÓN**

**PRESENTA
ADRIANA BANDA CASTILLO**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL**

GRAL. ESCOBEDO, NUEVO LEÓN, MÉXICO, NOVIEMBRE 2015

SEROPREVALENCIA DE BRUCELOSIS Y SU EFECTO SOBRE LA
PRODUCTIVIDAD DE HATOS CAPRINOS EN ARAMBERRI, NUEVO LEÓN

TESIS
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL

PRESENTA
ING. AGR. ADRIANA BANDA CASTILLO

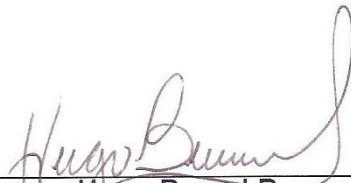
Comité de tesis



Dr. Alfredo Wong González
Director de tesis



M. C. Carlos Alberto Hernández Martínez
Co-Director de tesis



Dr. sc. agr. Hugo Bernal Barragán
Co-Asesor



Dr. Ramiro Avalos Ramírez
Co-Asesor

DEDICATORIA

A mis padres

Sr. Guadalupe Banda Luna y Sra. María Flora Castillo Rodríguez, por haberme dado tanto, por enseñarme que una meta en la vida no es solo un sueño sino un propósito que se debe cumplir, y morir en la raya por conseguirlo si es posible, por su paciencia, por tener siempre fe en mí, por darme aliento para seguir adelante, simplemente gracias por ser mis padres y los mejores.

A mis hermanos

Flor, Angélica, Ariel, Mónica y a mi adorada hermanita menor Carolina por ser mis amigos y por estar siempre a mi lado dando su cariño y comprensión. A Sindi por su cariño y su gran apoyo. A mis hermanas también Paty, Tere, Karen, Lupita y Michael, gracias por todo.

A mis sobrinos

Alexia, Rigo, Romina, Ivana, Brisia, Camila, Yamileth, Jade y a los bebés por formar parte de mi vida y darme una alegría inmensa con su cariño y sonrisas, deseándoles siempre salgan adelante y cumplan con sus sueños.

“ Si las cosas que valen la pena se hicieran fácilmente, cualquiera las haría ”

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios por permitirme llegar hasta donde ahorita estoy y por darme tanto.

M.C. Carlos Alberto Hernández Martínez, por su paciencia, su apoyo incondicional en todo momento, por ser un gran amigo y persona, por creer en mí y alentarme a seguir adelante aun a pesar de los obstáculos. Y por darme siempre los mejores consejos, Gracias Profesor por todo.

Dr. Alfredo Wong González, por su apoyo en la realización de este proyecto, por su paciencia y por alentarme a seguir adelante con mis proyectos de vida. Gracias

Dr. Hugo Bernal Barragán, gracias por su ayuda, por su apoyo y su interés de formar nuevos profesionistas en nuestra institución, también por el tiempo que me dedico para la realización de la tesis.

Dr. Ramiro Avalos Ramírez, por su apoyo y participación en la realización de la tesis.

Dr. Emilio Olivares Sáenz y Dra. Magda Celina Navarro, quiero agradecer a los dos por su apoyo incondicional, ambos formaron parte importante y fundamental en la realización de la tesis, gracias por su paciencia por tenderme la mano y estar ahí con la mejor disponibilidad, aprendí mucho de ambos.

A mi amiga, **Mayra Liñán**, que nos decidimos embarcar en un viaje de un sueño inalcanzable, que logramos terminar, que pasamos cosas difíciles, pero siempre el apoyo una de la otra, Gracias May por ser mi confidente mi amiga.

A todos mis compañeros de maestría gracias por todo su apoyo y su amistad sincera.

A Conchita, Bety, Rossy (QEDP) y a todos los maestros por su apoyo.

Abreviaturas

CC: Condición corporal

CDC: Centro para el control y prevención de enfermedades

FPA: Técnica de Fluorescencia Polarizada

HRM: High Resolution Melt o Análisis de alta resolución de fusión

mP: unidades de milipolarización

PCR: Reacción en cadena de la polimerasa

PD: Peso al destete

PN: Peso al nacer

rpm: revoluciones por minuto

RTB: Técnica Rosa de Bengala

spp.: especies

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Índice de tablas	VI
	Índice de figuras	VII
	Resumen	VIII
	Abstract	X
1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Objetivo	4
1.1.1	Objetivos específicos	4
1.2	Hipótesis	4
2.	Revisión de literatura	5
2.1	Ganadería caprina	5
2.2	Etiología	6
2.3	Signos clínicos de la brucelosis	8
2.4	Resistencia e incidencia de la bacteria en el medio ambiente	8
2.5	Transmisión	10
2.6	Diagnóstico	11
2.7	Factores de riesgo de la Brucelosis	14
2.8	Distribución geográfica	15
2.9	Estado actual de la Brucelosis en humanos	17
2.10	Medidas de control	18
2.11	Vacunación	20
2.12	Recomendaciones	21
2.13	Parámetros productivos y reproductivos reportados en cabras	22
2.14	Estudio socioeconómico de Aramberri	23
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1	Ubicación geográfica del estudio	25
3.2	Colección de la muestra	26
3.3	Recolección de datos	26

ÍNDICE DE CONTENIDO (Continuación)

3.4	Toma de muestras de sangre para obtención de suero	27
3.5	Análisis de laboratorio	29
3.6	Detección serológica por la técnica de Rosa de Bengala	29
3.7	Detección serológica por la técnica de Fluorescencia Polarizada	30
3.8	Análisis estadístico	31
4.	RESULTADOS	32
4.1	Técnica de Rosa de Bengala	32
4.1.1	Seroprevalencia de Brucelosis	32
4.1.2	Edad	33
4.1.3	Condición corporal	34
4.1.4	Porcentaje de pariciones	35
4.1.5	Mortandad de cabritos	35
4.1.6	Cabritos nacidos y destetados	36
4.2	Técnica de Fluorescencia Polarizada (FPA)	37
4.2.1	Seroprevalencia de Brucelosis	38
4.2.2	Edad, peso preparto y condición corporal de las cabras	39
4.2.3	Porcentaje de pariciones	39
4.2.4	Porcentaje de crías nacidas vivas y muertas	40
4.3	Comparación de los resultados obtenidos bajo las dos técnicas utilizadas	41
5.	DISCUSIÓN	43
6.	CONCLUSIÓN	46
7.	RECOMENDACIONES	47
8.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	48
9.	ANEXOS	55
9.1	Formato de encuesta a caprinocultores	55
9.2	Norma Oficial Mexicana 041	58
9.3	Formato de llenado para las cabras del experimento	63
9.4	Formato de llenado para los cabritos del experimento	64

ÍNDICE DE TABLAS

1.	Clasificación de las especies de <i>Brucella</i> y su hospedero preferencial	7
2.	Tiempo de sobrevivencia de <i>Brucella spp.</i> en el medio ambiente	9
3.	Soluciones recomendadas para la acción contra <i>Brucella spp.</i> en las instalaciones pecuarias (NOM-041-ZOO, 1996).	19
4.	Porcentajes de parámetros reproductivos en cabras ubicadas en zonas semiáridas	22
5.	Prevalencia de Brucelosis caprina diagnosticada por la técnica de RB en seis hatos del sur del Estado de Nuevo León	33
6.	Promedios de edad, peso preparto y condición corporal de las cabras seropositivas y seronegativas del experimento diagnosticadas por la técnica de tarjeta o rosa de bengala	34
7.	Porcentaje de pariciones de cabras seropositivas y seronegativas con la técnica RB	35
8.	Porcentaje de crías nacidas vivas y muertas de las cabras seropositivas y seronegativas con la técnica RB	36
9.	Cantidad y peso de cabritos nacidos y destetados para las cabras de ambos grupos	37
10.	Seroprevalencia de Brucelosis caprina diagnosticada por la técnica de FPA en seis hatos del sur del Estado de Nuevo León	38
11.	Promedio de edad, peso preparto y condición corporal de las cabras seropositivas y seronegativas con la técnica de fluorescencia polarizada.	39
12.	Porcentaje de pariciones de las cabras de seropositivas y	40

	seronegativas con la técnica de FPA	
13.	Porcentaje de crías nacidas vivas y muertas de las cabras de ambos grupos diagnosticadas por FPA	41
14.	Evaluación de los parámetros productivos y reproductivos de cabras seropositivas y seronegativas a Brucelosis por medio de las técnicas RB y FPA	42

Índice de figuras

1.	Mapa del estado de Nuevo León, comunidades de La Presa, Puentes y Soledad	25
2.	Sangrado de los animales para obtención de muestra sanguínea	28
3.	Técnicas utilizadas para el diagnóstico de Brucelosis RB y FPA	28
4.	Determinación de la edad mediante la fórmula dental	28

RESUMEN

El ganado caprino es la especie productiva más numerosa en Nuevo León y representa la fuente principal de ingreso económico para los pequeños productores pecuarios. Entre los factores que afectan la productividad de los hatos caprinos destaca la Brucelosis como uno de sus principales problemas zoonos, representando un riesgo para la salud pública. En el presente estudio se determinó con dos técnicas de diagnóstico la prevalencia de Brucelosis en seis hatos caprinos de tres localidades de Aramberri, Nuevo León. Se utilizó la prueba de tarjeta o Rosa de Bengala (RTB) y la técnica de la Fluorescencia Polarizada (FPA), en las cuales se obtuvieron los siguientes resultados de las 300 muestras analizadas: 45 cabras seropositivas por RB, de las cuales 39 fueron también positivas bajo la técnica de FPA. En las cabras seropositivas se obtuvo un promedio de 35.72% de pariciones mientras que las seronegativas tuvieron 55.62% ($P < 0.05$). En cuanto a porcentaje de crías nacidas muertas, los promedios fueron 43.93% y 12.57% para seropositivas y seronegativas ($P < 0.05$). Para condición corporal, peso preparto y edad de las cabras no hubo diferencia estadística ($P > 0.05$). Además, se observó una tendencia favorable en los cabritos nacidos vivos y destetados, así como el número de crías por parto para las cabras seronegativas en comparación con las seropositivas. Se concluye que la Brucelosis caprina en la población estudiada afecta el porcentaje de pariciones, cantidad de crías nacidas vivas, nacidas muertas y crías destetadas, no viéndose afectadas la condición corporal, la edad y el peso de las cabras, así mismo el peso

del cabrito al nacer y al destete. En base a los resultados se recomienda realizar más estudios sobre el tema.

Palabras clave: Brucelosis, seroprevalencia, parición, condición corporal, caprinos.

ABSTRACT

The goats are the most numerous species in Nuevo Leon and represents the main source of income for small livestock producers. Many diverse factors affect productivity of goat herds, however, Brucellosis represents one of its major animal health problems and is also a risk to human health. In this study the prevalence of brucellosis in six goats herds was assessed in 300 blood samples of 6 herds, utilizing two diagnostic methods. The official Rose Bengal plate test, and the technique of polarized Fluorescenz. Forty five out of 300 goats sampled resulted positive, kidding rate was 35.55% and 56.07% for positive and negative reaction, respectively. The proportion of stillborn goat kids was 62.5% and 12.58% for seropositive and seronegative reacting animals, with significant differences in both parameters ($P<0.05$). Body condition, weight and age prepartum of goats was similar between positive and negative Brucellosis reacting animals ($P<0.05$). A favorable trend was observed in kids born alive and weaned for seronegative goats compared with seropositive. It is concluded that in goats Brucellosis affects kidding percentage, number of live born kids, stillborn and weaned goat kids, but not body condition, age and weight of the goats, nor the weight of the kid at birth and at weaning.

Keywords: Brucellosis, seroprevalence, kidding, body condition, goats.

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería caprina en México es una actividad que representa una fuente de ingreso muy importante para numerosas familias de escasos recursos; se caracteriza por emplear mano de obra familiar, se desarrolla en condiciones extensivas, con escasa información y tecnificación, por lo que existe gran potencial para incrementar su rentabilidad. Estudios previos han tenido como objetivo evaluar el comportamiento productivo, reproductivo y nutricional de los pequeños rumiantes. Avances recientes de la comunidad científica se han orientado también al estudio de la presencia de algunas enfermedades. Una de las principales zoonosis a nivel mundial es la Brucelosis; la relación de dicha enfermedad con la productividad de los hatos es evaluada en el presente trabajo.

La Brucelosis se ha reportado que es enzoótica en México, y es considerada de alto riesgo para la salud tanto animal como humana. Entre las especies del género *Brucella* más conocidas se distinguen: *Brucella abortus*, *B. melitensis*, *B. canis*, *B. ovis*, *B. suis*, las cuales resultan patógenas para el ser humano. Se considera que *Brucella melitensis* es la especie que se presenta con mayor frecuencia en las cabras, y junto con *Brucella abortus* y *Brucella suis*, son los agentes zoonóticos más importantes a nivel mundial (Moreno *et al.*, 2002). El surgimiento de nuevas cepas o especies de *Brucella* no se ha descartado, por lo contrario se menciona que las nuevas especies podrían adaptarse a los cambios, culturales y del medio ambiente (Godfroid *et al.*, 2005).

Brucelosis es una enfermedad zoonótica que puede ser adquirida por los ganaderos, por el personal que trabaja directamente en la realización de los subproductos (queso, dulces), así como por veterinarios, trabajadores de rastros y personal de laboratorio (Rahman *et al.*, 2012). Se ha demostrado que las principales vías de infección son múltiples: de origen alimentario, ocupacional o recreativa, también vinculado a los viajes e incluso con el bioterrorismo (Godfroid *et al.*, 2005).

El impacto de la enfermedad en cabras se ve reflejado en el sector agropecuario en grandes pérdidas económicas asociadas a una disminución en las tasas de concepción y de pariciones, que resultan en una reducción en la producción de leche, pérdida de cabritos y bajos pesos al destete. Aunado a esto se presentan restricciones para el transporte y comercialización de los animales infectados y sus productos (leche y carne) considerándose una enfermedad de salud pública (Díaz-Aparicio, 2013; Singh *et al.*, 2015).

Para llevar a cabo un control de la Brucelosis es fundamental el diagnóstico oportuno, la vacunación y el sacrificio de animales reactores positivos. Particularmente en Nuevo León, se cuenta con una población de 358,000 caprinos, concentrada la mayor parte (57%) en cinco municipios del Sur del Estado de Nuevo León (INEGI, 2009).

En los últimos años se han implementado nuevas técnicas de diagnóstico para la detección de la presencia de la enfermedad en el ganado, que ofrecen buena sensibilidad y especificidad, así como también permiten distinguir cepas vacunales diferenciándolas de cepas de campo y de otras especies; aunado a ello tienen bajo costo, tal es el caso de la técnica de rosa de bengala (Técnica RB) y FPA (Fluorescencia polarizada) (Nielsen *et al.*, 2001).

La técnica RB está incorporada oficialmente en la Norma Oficial Mexicana 041. Se sugiere utilizar la técnica FPA, por ser una técnica que tiene grandes ventajas para el diagnóstico, ya que simple, precisa y se puede realizar bajo condiciones climáticas severas en campo (Nielsen *et al.*, 2001).

El presente estudio se realizó para determinar la seroprevalencia de Brucelosis en 6 hatos caprinos del municipio de Aramberri, Nuevo León, utilizando las técnicas de diagnóstico de Rosa de Bengala al 3% y Fluorescencia Polarizada (FPA). Los resultados se correlacionaron con los parámetros productivos porcentaje de pariciones, peso al nacer y mortandad de los cabritos, registrados en los hatos muestreados.

1.1 Objetivo general

Estimar la relación existente entre los parámetros productivos y la seroprevalencia de Brucelosis en seis hatos caprinos, de tres localidades del sur del estado de Nuevo León.

1.1.1 Objetivos específicos

Estimar la prevalencia de Brucelosis en las cabras del estudio

Comparar la condición corporal, edad, peso preparto y porcentaje de pariciones de las cabras seropositivas y seronegativas a Brucelosis

Determinar el porcentaje de mortandad al nacer, peso al nacer y peso al destete de los cabritos nacidos de las cabras del experimento

Estimar la relación entre los parámetros productivos obtenidos en los hatos de estudio y la prevalencia de Brucelosis bajo dos técnicas de diagnóstico (FPA y RBT)

Comparar el comportamiento de los parámetros evaluados bajo las dos técnicas de diagnóstico de Brucelosis.

1.2 Hipótesis

La presencia de Brucelosis en hatos caprinos tienen un efecto negativo sobre parámetros productivos tales como: porcentaje de pariciones, mortandad de los cabritos, peso al nacer y peso al destete.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Ganadería caprina

El ganado caprino es una de las especies más ampliamente distribuida en el mundo. Es considerada de gran importancia, debido a la producción de alimentos tales como leche y carne, los cuales generan recursos que ayudan en la economía de los caprinocultores. No obstante el potencial productivo y reproductivo de los caprinos, en cuanto a fertilidad, tasa de desarrollo y eficiencia alimenticia, se considera a la especie caprina como de subsistencia, en comparación a los bovinos y ovinos.

Las enfermedades representan, no solo en los caprinos sino también en las otras especies, un papel fundamental en la productividad de los hatos. Cabe resaltar que se han sugerido propuestas para controlar estos problemas tales como vacunación, control e higiene en las áreas productivas. En particular, en los caprinos podemos encontrar la enfermedad de Brucelosis, que ocasiona pérdidas económicas que llegan a ser muy grandes; aunado a ello tiene también un efecto negativo en la salud humana (Aréchiga *et al.*, 2008).

La Brucelosis ha tenido nuevos puntos emergentes y reemergentes, por lo que, se considera que las organizaciones internacionales deberían dirigir más apoyos financieros a trabajos de estudios científicos de Brucelosis, convirtiéndola así en prioridad de salud global. El CDC (Centro para el control y prevención de enfermedades), clasifica a la Brucelosis como enfermedad en categoría B, por su

alto potencial para ser utilizada como arma biológica, debido al el patógeno que la causa. Las pérdidas económicas son ocasionadas no solo debido a pérdidas de animales, sino también en humanos. Cuando se controla la incidencia de Brucelosis en los animales, hay una notable disminución en la incidencia de la enfermedad en los humanos (Seleem *et al.*, 2010; Pappas *et al.*, 2006).

2.2 Etiología

Las diversas especies de *Brucella* son bacterias gram-negativas, intracelulares facultativas, que a diferencia de otros géneros, tienen predilección por alojarse en los órganos reproductivos (Poester *et al.*, 2013).

Las primeras especies del género *Brucella* que se aislaron, se caracterizaron hace casi 120 años. Actualmente las diez especies conocidas son: *Brucella melitensis*, *B. abortus*, *B. suis*, *B. canis*, *B. ovis*, *B. neotomae*, *B. pinnipedialis*, *B. ceti*, *B. microti* y *B. inopinata*, de las cuales, las cuatro primeras se caracterizan por ser patógenas para el hombre. Las especies se clasifican en lisas y rugosas según sus características particulares y cada especie tiene su hospedero preferencial, como se muestra en la Tabla 1. De las especies mencionadas, *Brucella melitensis* es considerada la más virulenta. Las especies rugosas son eliminadas habitualmente del organismo, sin embargo las lisas persisten y se multiplican, por tal motivo son de mayor patogenicidad (Blasco & Molina-Flores, 2011; Cloeckert, *et al.*, 2001; Mayer-Scholl, *et al.*, 2010; Foster, *et al.*, 2007; Seleem *et al.*, 2008).

Tabla 1. Clasificación de las especies de *Brucella* y su hospedero preferencial

Especie	Hospedero de preferencia	Cepa
<i>Brucella abortus</i>	Bovinos, cánidos, hombre	Lisa
<i>Brucella melitensis</i>	Caprinos, bovinos, ovinos, cánidos, hombre	Lisa
<i>Brucella ovis</i>	Ovinos	Rugosa
<i>Brucella suis</i>	Porcinos, cánidos, hombre	Lisa
<i>Brucella microti</i>	Roedores	-
<i>Brucella cetaceae</i>	Cetáceos (ballenas, marsopas y delfines)	-
<i>Brucella pinnipediae</i>	Pinnípedos (focas, leones marinos y morsas)	-
<i>Brucella neotomae</i>	Roedores	Lisa
<i>Brucella canis</i>	Cánidos y hombre	Rugosa

Las bacterias del género *Brucella spp.* poseen una predilección especial por los órganos de la reproducción femeninos y masculinos en animales sexualmente maduros, debido a que en las placentas de bovinos, caprinos, ovinos y cerdas, así como en la glándula mamaria de hembras y epidídimo en machos, se encuentra el eritritol, un alcohol polhídrico que actúa como un factor de crecimiento para las brucelas (Quinn *et al.*, 2005).

Las bacterias se multiplican abundantemente en los cotiledones y el corion placentarios, en donde causan lesiones a la pared del órgano, provocando endometriosis ulcerosa en los espacios intercotiledonarios y destrucción de las vellosidades, provocando la muerte y la expulsión del feto (Xavier *et al.*, 2009).

2.3 Signos clínicos de la Brucelosis

Al inicio, la infección en cabras y ovejas por *Brucella melitensis* provoca una bacteremia, que enseguida se manifiesta por su localización en ganglios linfáticos, ubre y útero, así como por ocurrencia de abortos comúnmente al final, principalmente en los dos últimos meses, de la gestación. Se observan también brotes de abortos en rebaños que previamente no habían sido infectados, orquitis con frecuencia unilateral, mientras que el síndrome sistémico es poco común en cabras (Blood, 2002).

2.4 Resistencia e incidencia de la bacteria en el medio ambiente

Otro aspecto importante para evaluar el riesgo de transmisión de la Brucelosis al ganado es la persistencia que la bacteria tiene para resistir en el medio ambiente. Podemos mencionar las áreas de pastoreo, así como también, agujajes y las instalaciones. La bacteria es excretada en fetos abortados, placentas y secreciones.

Se han reportado factores importantes que predisponen la sobrevivencia de la bacteria, entre los cuales podemos mencionar la temperatura, la luz solar y el mes del año. En la Tabla 2 podemos observar el tiempo de supervivencia de la bacteria en el medio ambiente (Aune *et al.*, 2012). En los meses de Febrero a Mayo la bacteria resistía, sin embargo, del mes de Julio en adelante se pudo observar que no resistió.

Tabla 2. Tiempo de sobrevivencia de *Brucella spp.* en el medio ambiente

Material	Tiempo de sobrevivencia
Tejidos fetales	21 a 81 días
Suelo	21 a 81 días
Vegetación	21 a 81 días
Sitio donde ocurre un aborto	43 días
Secreciones uterinas de los animales	2 meses después del parto

Las temperaturas altas utilizadas para el proceso de subproductos tales como queso y cajeta, la luz solar y desinfectantes convencionales inactivan la bacteria (Oseguera-Montiel *et al.*, 2013), sin embargo en climas templados la capacidad infecciosa en invierno puede resistir 100 días (Radostits *et al.*, 1999).

2.5 Transmisión

La transmisión y prevalencia de la Brucelosis en una región depende de varios factores, como los hábitos alimenticios, los métodos de procesamiento de la leche y los productos lácteos, las costumbres sociales, prácticas pecuarias, las condiciones climáticas, el estatus socioeconómico, la higiene y medio ambiente (Corbell, 2006).

Las investigaciones realizadas por el Dr. Themistocles Zammit en el país de Malta, demostraron que las cabras infectadas transmitían la Brucelosis, y que una medida eficaz para controlarla sería prohibir la utilización de leche y carne, para así evitar la diseminación de la enfermedad. En el 2005, después del descubrimiento de Zammit, Malta quedó libre de Brucelosis (Wyatt, 2005).

La presencia de la enfermedad tiene como consecuencia severas pérdidas económicas en las explotaciones pecuarias. Se transmite por contacto directo con los animales y con sus secreciones o por el consumo de leche y subproductos lácteos para los humanos (Díaz- Aparicio, 2013).

Rahman *et al.*, 2012, reportaron que los individuos que han estado en contacto con animales por más de 26 años tenían más probabilidad de resultar seropositivos en comparación con las personas que tenían contacto menor de 5 años. Así mismo, la prevalencia de Brucelosis en humanos fue más alta cuando los rebaños eran positivos a Brucelosis, lo cual lleva a la conclusión que el contacto con el ganado

en específico con cabras infectadas es considerado un factor de riesgo importante para la transmisión de la enfermedad entre los individuos.

2.6 Diagnóstico

La detección serológica proporciona información útil para ayudar a comprender los patrones epidemiológicos, y en base a esto, evaluar el impacto de la Brucelosis en el área de interés, dar un seguimiento utilizando estrategias de control y dar información sobre la presencia del patógeno (Adone & Pasquali, 2013).

Desde que se inició el diagnóstico serológico de Brucelosis, se ha puesto de manifiesto que se pueden presentar animales falsos positivos. Sin embargo, las ventajas de muchas pruebas residen en su bajo costo, así como su facilidad, rapidez y sobre todo su alta sensibilidad y especificidad para ser utilizadas en sueros (Nielsen, 2002).

Actualmente se cuenta con distintas pruebas diagnósticas para la detección de la Brucelosis, las cuales distinguen las diferentes especies de *Brucella*, así como que permiten distinguir entre cepas vacunales y cepas de campo. Para la realización de las mismas se deben utilizar muestras de suero sanguíneo, líquidos corporales y/o muestras de tejido.

Dentro de las pruebas de diagnóstico se pueden mencionar la técnica de Prueba de Tarjeta y/o Rosa de Bengala, la de Fijación de complemento, la PCR (Reacción

en cadena de polimerasa), PCR en tiempo real, HRM (High Resolution Melt), Fluorescencia Polarizada (FPA), Inmunodifusión doble, ELISA indirecto y competitivo y Rivanol. Cabe resaltar que las dos primeras técnicas están integradas oficialmente en el programa de control y erradicación, sin dejar de lado las otras pruebas, que son utilizadas por su alta sensibilidad y especificidad. Así como también algunas por su bajo costo y menor inversión de mano de obra, siendo consideradas una opción para controlar la enfermedad de una manera eficiente (Díaz-Aparicio *et al.*, 2000; Garin-Bastuji *et al.*, 2006; Mohamed *et al.*, 2015; NOM-041-ZOO-1995).

El diagnóstico de la Brucelosis con la prueba de tarjeta usando el antígeno Rosa de Bengala al 8% es inadecuado en caprinos debido a su baja sensibilidad, por lo que es recomendable la utilización del antígeno rosa de bengala preparada a una concentración del 3%. Sin embargo, dicha técnica se ve afectada por la vacunación de los animales, dando como resultado reactores positivos (Díaz-Aparicio *et al.*, 1999; Luna-Martínez & Mejía Terán, 2002; Ramírez-Pfeiffer *et al.*, 2007).

En el presente trabajo fueron utilizadas las técnicas de Tarjeta y/o Rosa de Bengala y la Técnica de Fluorescencia Polarizada, esta última, se sugiere aplicarla de forma rutinaria como una prueba de detección para el diagnóstico de brucelosis en cabras, también en caso de que la prueba confirmatoria no esté disponible.

La técnica de Fluorescencia Polarizada es una técnica rápida, sencilla, de bajo costo, que no requiere de técnicos altamente capacitados, además se puede realizar dentro o fuera del laboratorio, los resultados se obtienen en menos de 5 minutos, dicha prueba no se ve afectada por la vacunación, reduciendo así el número de cabras erróneamente sacrificadas debido a un diagnóstico falso positivo. En las zonas donde hay alta prevalencia y/o los animales han sido vacunados, se recomienda ajustar el punto de corte, para mejorar así la sensibilidad y especificidad de la prueba (Ramírez-Pfeiffer *et al.*, 2006; Ramírez-Pfeiffer *et al.*, 2007; Ramírez-Pfeiffer *et al.*, 2008; Minas *et al.*, 2007; Nielsen & Gall, 2001).

La técnica de FPA se basa en la velocidad de movimiento de las moléculas en solución, una molécula pequeña girará más rápido que una molécula grande y por lo tanto despolarizará en mayor medida la luz. El movimiento molecular se ve influenciado por el volumen o peso molecular y por condiciones ambientales tales como la temperatura, se considera que la temperaturas de congelación cambian la viscosidad del tampón diluyente y pueden alterar las características de la prueba, el valor de corte y por lo tanto la interpretación de los resultados (Nasir & Jolley, 1999; Nielsen *et al.*, 2001).

2.7 Factores de riesgo de brucelosis

Existen factores tanto socioeconómicos como de riesgo que favorecen la presencia de la Brucelosis. Dentro de los primeros podemos encontrar el bajo desarrollo tecnológico y de conocimiento de aspectos sanitarios, así como también se puede mencionar como causal la apatía de ciertos productores. Los factores de riesgo que han sido evaluados son diversos, sin embargo, se ha encontrado que la edad de las cabras (mayores de 24 meses), la densidad de los hatos, tamaño del hato y la permanencia dentro del mismo, son factores que predisponen la seropositividad de las cabras. Con respecto a la edad se ha explicado que la asociación entre ésta y la seropositividad se debe posiblemente a que los animales adultos tuvieron mayor tiempo de exposición al microorganismo que los animales jóvenes (Solorio-Rivera *et al.*, 2007).

Se encuentran también, entre los principales factores de riesgo, el contacto de los caprinos con otros pequeños rumiantes como los ovinos, así como también, con animales de vida silvestre. Por otra parte, el pastoreo en rebaños comunales, el préstamo e introducción de animales infectados a los hatos, son incluidos en las prácticas comunes realizadas por los caprinocultores, donde también se puede diseminar la enfermedad (Kabagambe *et al.*, 2001; Reviriego *et al.*, 2000).

Dentro de los factores de riesgo, la permanencia de los animales falsos negativos, que son considerados saludables, sirven como fuente de infección para animales realmente saludables, como consecuencia de lo anterior, persistirá la infección y la

erradicación de la misma se convierte en una meta casi imposible de lograr (Minas *et al.*, 2007).

Solorio-Rivera *et al.*, 2007, mostraron que el sexo de los animales, así como problemas de abortos no suponen factores de riesgo para adquirir la enfermedad.

2.8 Distribución geográfica

La Brucelosis se considera una de las enfermedades más importantes a nivel mundial, aunque debido a que los sistemas nacionales e internacionales de salud no la consideran una prioridad (Adone & Pasquali, 2013), se encuentra como una zoonosis descuidada en regiones endémicas. Sin embargo, la comunidad científica la ha investigado respecto a la patogenicidad, los factores de riesgo, transmisión y morbilidad de la enfermedad (Solorio-Rivera *et al.*, 2007).

En un estudio realizado en las localidades de Callao y Ventanilla en Perú, se determinó la seroprevalencia de Brucelosis caprina, utilizando para su detección la Prueba de Tarjeta y el 2-mercapto-etanol para confirmación de los resultados positivos a rosa de bengala. De nueve hatos se obtuvieron 175 muestras de sangre. Con la prueba de tarjeta se obtuvieron 10/148 cabras positivas en Callao y 0/27 en la otra localidad, de los cuales solo siete fueron confirmados y se concluyó que había riesgo de Brucelosis humana en el Callao, ante la presencia de ganado caprino infectado (Taboada *et al.*, 2005).

Así mismo, en Jordania, Asia se encontró una seroprevalencia del 27.7% a Brucelosis caprina en 1,100 muestras, utilizando la Prueba de Rosa de Bengala y la prueba de fijación del complemento para la detección de anticuerpos contra *Brucella melitensis* (Al-Majali, 2005).

En México la mayor población de caprinos se localiza en zonas semiáridas, en donde la cabra es el animal más valioso para pequeños productores y se crían frecuentemente en condiciones de pobreza y escasa información (Ortega-Sánchez *et al.*, 2009). Aunado a ello, en los hatos caprinos donde la asesoría técnica no tiene gran alcance, y existen escasos programas para el control de Brucelosis, se presenta la tendencia a una mayor prevalencia de la enfermedad (Al-Majali, 2005).

En Tlahualilo, Durango se realizó un estudio para determinar la seroprevalencia de Brucelosis caprina. Se utilizaron un total de 333 muestras de sangre y se observó una seroprevalencia de 5.7%. El porcentaje fue bajo en relación con estudios similares, y concluyeron que la campaña de prevención, control y erradicación contra Brucelosis caprina había tenido un impacto evidente (Ortega-Sánchez *et al.*, 2009).

En un estudio realizado en Michoacán y Jalisco, se estimó, por medio de una encuesta serológica, la prevalencia de Brucelosis en hatos con y sin control de la campaña para la misma. Dado que en Michoacán los hatos caprinos habían estado en campaña sanitaria, los resultados se compararon con los obtenidos del Estado de Jalisco donde se tenía poca participación en las mismas. La prevalencia

de la prueba positiva fue mayor (38%) en Jalisco comparado con Michoacán (11%), de un total de 1,713 cabras (Oseguera-Montiel *et al.*, 2013).

En Michoacán se estimó la seroprevalencia de *Brucella melitensis* en 5,114 animales procedentes de 79 hatos. De los resultados obtenidos, en 59 hatos se presentaba al menos un animal seropositivo. Se concluyó a su vez que los animales en manadas grandes tenían mayores probabilidades de seropositividad (Solorio-Rivera *et al.*, 2007).

2.9 Estado actual de la Brucelosis en humanos

La Brucelosis es considerada una enfermedad ocupacional en humanos, principalmente el personal de laboratorio, veterinarios, caprinocultores, personal de rastros, debido a la relación que tienen directamente con la bacteria o bien por el manejo de animales enfermos (Kutlu *et al.*, 2014).

La incidencia de Brucelosis en humanos en los países de América Latina es desconocida, sin embargo, se han reportado algunos casos, con los cuales se ha determinado que *Brucella melitensis* sigue siendo la principal causa de infección. En Argentina la especie de *Brucella* que predomina es la *B. suis* (Lucero, *et al.*, 2008). México, Perú y el norte de Argentina se encuentran afectados principalmente por la especie de *Brucella melitensis* (Daza *et al.*, 2004).

En los países de Belice, Honduras, el Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá está presente la Brucelosis en animales y humanos, causada por las especies de *Brucella abortus* y *Brucella suis*, donde se estima que al menos del 4 al 8% de prevalencia de la enfermedad se encuentra en el ganado lechero. Sin embargo, en Guatemala la especie predominante es *Brucella melitensis* (Moreno, 2002).

Se han realizado estudios en Brasil, en los cuales no se encontraron anticuerpos para *Brucella* en las cabras, lo cual sugiere que el índice de prevalencia en humanos es menor en comparación con los otros países antes mencionados (Lilenbaum *et al.*, 2007).

Dentro de los países que están libres de la Brucelosis ovina y caprina se encuentran: el norte de Europa (Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Alemania, Holanda, Irlanda, Luxemburgo, Suiza y el Reino Unido), sudeste Asiático, Australia y Nueva Zelanda. Se considera a Francia (regiones del sur), Grecia, Italia, Portugal y España los países más afectados (Daza *et al.*, 2004).

2.10 Medidas de control

El control de la Brucelosis debe ser el objetivo primordial, se han establecido medidas de control tales como, higiene en las instalaciones, vacunación y un manejo adecuado para los caprinos. En zonas semiáridas donde están establecidos más del 50% de los caprinos esta información es escasa o nula para

los caprinocultores debido a la falta de asesoría técnica. La desinfección de las instalaciones supone un factor importante para el control (Reviriego, 2000) en la Tabla 2 se muestran los desinfectantes e indicaciones a seguir para el uso de los mismo

Tabla 3. Soluciones desinfectantes recomendadas para la acción contra *Brucella spp.* en las instalaciones pecuarias (NOM-041-ZOO, 1996).

Desinfectante (solución)	Concentración	T° de la solución	Tiempo de exposición
Hipoclorito de sodio o Hipoclorito de calcio	2.5% cloro activo	20°C	1 hora
Sosa cáustica	2%	70°-80°C	3 hrs
Suspensión de cal recién apagada	15%	Ambiente	1 hora
Emulsión de creolina	5%	60°-70°C	1 hora
Solución de fenol	1%	37°C	15 min.

Oseguera-Montiel *et al.*, 2013 mostró que las localidades que no estaban bajo el régimen de campaña contra Brucelosis mostraban índices más altos de mortandad de cabritos y seroprevalencia.

2.11 Vacunación

Una de las principales medidas de control establecidas para la Brucelosis en los hatos es la vacunación, recomendada principalmente en hembras de 6 meses con la vacuna Rev 1. Se considera que la vacuna Rev 1 es la más efectiva para el ganado caprino y ovino, ya que en zonas endémicas protege a los animales durante cinco años después de la inmunización (Díaz-Aparicio *et al.*, 2004; Schurig *et al.*, 2002).

Sin embargo, se considera que el riesgo relativo de causar abortos al vacunar hembras gestantes con la vacuna Rev 1 es de 1.33%.

Se ha reportado que la vacuna RB51 no es recomendable utilizarla en cabras, ya que es causante de abortos y mortinatos, reportándose un 4.45% de presencia de abortos al vacunar. Se evaluó otro grupo de cabras, con excelentes condiciones nutricionales, en donde también se presentaron abortos con la aplicación de la vacuna RB51. Así mismo al evaluar la vacuna rfbk, se reportó un 2.13% de riesgo de abortos (Villa *et al.*, 2008).

Actualmente la vacunación se considera una medida de control rentable debido a resultados favorables en la disminución de la prevalencia de la Brucelosis, sin embargo, Oseguera-Montiel *et al.*, 2015 reportan que los programas de sacrificio no tienen resultados positivos, ya que se eleva el costo de esta medida y no se ve reflejado en la disminución de la prevalencia de la enfermedad; por tal motivo se

recomienda ampliamente a los pequeños productores implementar programas de vacunación.

Al utilizar la vacuna Rev 1 con la dosis recomendada para México, se mostró que la cepa vacunal no es eliminada en la leche de cabra, teniendo una evaluación de 90 días postvacunación para el resultado anterior (Martínez-Martínez *et al.*, 2005).

2.12 Recomendaciones

Con el objetivo de prevenir la presencia de la enfermedad en los sistemas de producción se recomienda:

- Realizar las pruebas necesarias para la detección de la enfermedad
- Identificación de animales reactivos
- En caso de encontrar animales positivos a Brucelosis, se sugiere el sacrificio de los mismos
- Establecer una cuarentena para los hatos infectados, con esta medida de seguridad se ha reflejado una disminución en la seroprevalencia de Brucelosis (Oseguera-Montiel *et al.*, 2015; Samartino, 2002)
- Vacunación de animales jóvenes y adultos
- Desinfección de las instalaciones
- Ingresar a programas de rebaño en control
- Obtener el certificado de hato libre, para evitar pérdidas debido a la restricción de venta de productos y subproductos de los animales

- En caso de ser sacrificados los animales reactivos, se podrá optar por una indemnización por parte del Gobierno (NOM-041-ZOO, 1996).

2.13 Parámetros productivos y reproductivos reportados en cabras

La eficiencia reproductiva y productiva de un hato está determinada por un gran número de factores, cabe resaltar que actualmente se han realizado una serie de investigaciones en las cuales se ha propuesto mejorar los parámetros productivos. Se han realizado reportes sobre los porcentajes de pariciones, número de crías por parto y porcentaje de mortandad de los cabritos, donde los animales evaluados se encontraban en áreas semiáridas y condiciones de pastoreo extensivo. En la Tabla 3 se muestran los porcentajes de las variables antes mencionadas, para el Norte de México (Mellado M., 2008).

Tabla 4. Porcentajes de parámetros reproductivos en cabras ubicadas en zonas semiáridas

Rubro	Cantidad
Cabras	5 millones
Porcentaje de partos	60
Número de crías por parto	1.5
Porcentaje de mortandad	15

2.14 Estudio socioeconómico de Aramberri

El municipio de Aramberri, está ubicado en el Sur del Estado de Nuevo León, la temperatura oscila entre los 20 y 30 °C. La temperatura varía solo un poco para las localidades de estudio, que fueron La Soledad, Puentes y la Presa, las tres localidades se encuentran a 1594, 1600 y 1829 msnm.

Las principales fuentes de ingreso para la población de estas comunidades son los cultivos de alfalfa, maíz y en menor porcentaje frijol. También se aprovechan recursos obtenidos de lechuguilla y otras cetáceas. Se tienen árboles y arbustos como cedros y mezquites.

En el área pecuaria se explota principalmente al ganado caprino, siguiéndole en menor porcentaje los ovinos, además de unas pocas aves y porcinos (INEGI, 2005).

En la zona hay escasez de alimento, debido principalmente a la sobreexplotación de los agostaderos y al clima semiárido predominante, lo que limita satisfacer los requerimientos del ganado caprino, los que primordialmente se explotan bajo régimen extensivo.

La condición socioeconómica de la población es baja, debido al mal manejo de sus rebaños, a la poca tecnología aplicada y a los bajos costos de sus productos (cabrito: \$280 a \$350 pesos, litro de leche: \$3.50 a \$4.50), principalmente por un mal sistema de comercialización.

Un subproducto que tiene poca demanda es el queso fresco, sobre todo por la desconfianza del consumidor sobre la calidad del mismo, lo que ocasiona un bajo precio de venta (\$30 pesos el kg).

En la zona hacen falta asesorías con respecto al manejo adecuado de los caprinos, medidas de control e higiene, alimentación y reproducción (Adriana Banda Castillo, comunicación personal).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica del estudio

El presente estudio se llevó a cabo en tres diferentes localidades de Aramberri, Nuevo León, México (Puentes, Soledad y La Presa), localizadas en las coordenadas geográficas: Puentes: 24°8'45.56" Latitud N, 100°3'52.27" longitud W y 1600 msnm de altitud. Soledad 24°0'24.04" Latitud N, 100°3'34.99" longitud W y 1594 msnm de altitud. Siguiendo el mismo orden de los datos para La Presa 24°18'51.11" Latitud N, 100°1'56.42" longitud y 1829 msnm de altitud(INEGI, 2013).

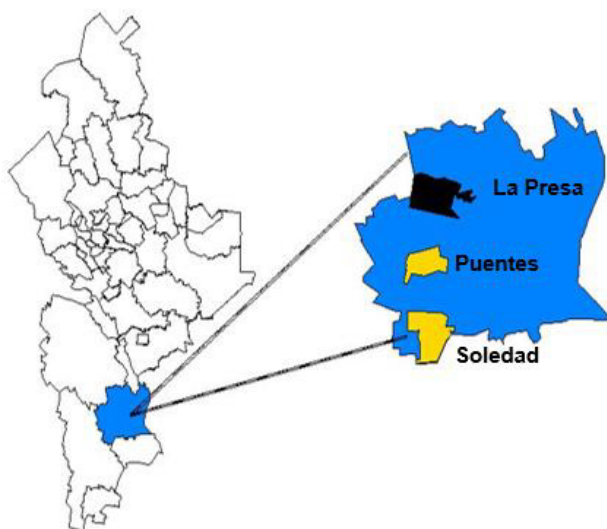


Figura 1. Mapa del estado de Nuevo León, ubicación relativa de las comunidades de La Presa, Puentes y Soledad

3.2 Colección de la muestra

Para el presente trabajo se consideró un tamaño de muestra de 300 cabras encastadas, principalmente con raza Nubia y Alpina, con un rango de edad de 2 a 4 años. En cada hato se eligieron al azar 50 cabras, dando un total de 100 cabras por localidad.

De los animales seleccionados para el trabajo se obtuvieron muestras de sangre para evaluar la seroprevalencia de Brucelosis. Los análisis de las muestras para determinar la seroprevalencia de Brucelosis se realizaron en el Departamento de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UANL, con la Técnica de Rosa de Bengala. Las muestras también fueron procesadas con la Técnica de Fluorescencia Polarizada, llevándose a cabo en el CIDICS (Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias de la Salud) de la UANL.

Se recolectó la información productiva y reproductiva necesaria para este estudio, dichos datos son peso, condición corporal y edad de las cabras, así como el peso al nacer, mortandad y peso al destete de los cabritos. El presente estudio inicio a partir de Enero de 2014 y concluyó en Junio de 2015.

3.3 Recolección de datos

Para iniciar con la toma de datos, se registró la identificación individual de cada animal, así como también, la localidad de origen, se asignó una identificación a los

animales que no contaban con la misma, realizando el procedimiento con aretador y colocando un arete color amarillo.

Se pesó cada cabra en una báscula Nuevo León, con capacidad de 100 kg (división mínima de 1 kg.). La edad se determinó por la fórmula dental (Lesur *et al.*, 2004). La condición corporal se evaluó en base a una escala de 1 al 5, siendo el 5 la mejor calificación (Domingo *et al.*, 2003).

Se colectó información sobre los animales que tuvieron parto y los que no parieron, así como el tipo de parto y si los cabritos nacieron vivos o muertos. Los cabritos que nacieron durante este periodo, se pesaron al nacer y al destete en una báscula de reloj, con capacidad de 20 kg (división mínima de 100 g). Se obtuvo su peso al destete y el sexo de cada animal.

Los datos se recolectaron en bitácoras de campo, y se pasaron a hojas de excel, misma que se muestra en el apartado de anexos, posteriormente dichos datos fueron utilizados en el análisis estadístico.

3.4 Toma de muestra de sangre para obtención de suero

Para el muestreo de sangre se utilizaron tubos Vacutainer al vacío sin anticoagulante (EDTA). El muestreo se llevó a cabo durante el mes de Mayo de 2014. Durante el muestreo se tomaron medidas pertinentes para evitar riesgos a la salud del personal y contagio entre los animales, para lo anterior se utilizaron

guantes, overol, botas. Se utilizó una aguja y un tubo vacutainer, por animal, una guía para la colocación de la agujas, se llevó también un contenedor donde se depositaban todos los materiales utilizados para su posterior eliminación.

El muestreo de sangre se realizó por punción de la vena yugular de las cabras. Los animales eran sujetados por una persona y otra obtenía la muestra sanguínea, se procuró que los animales no fueran estresados ni maltratados.

Las muestras se identificaron con el número individual de cada cabra, del hato y localidad que procedían, así como también la fecha del muestreo.



Figura 2. Sangrado de los animales para obtención de muestra sanguínea



Figura 3. Técnicas utilizadas para el diagnóstico de Brucelosis RB y FPA

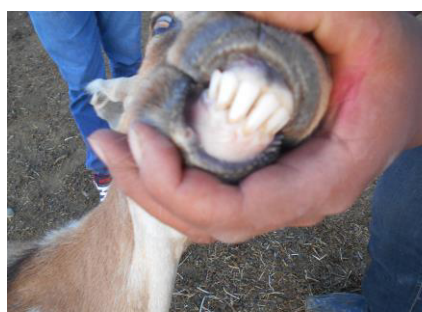


Figura 4. Determinación de la edad mediante fórmula dental

3.5 Análisis de laboratorio

Para su transporte las muestras se colocaron en una hielera con elementos enfriadores, en contenedores individuales para cada hato, así como para cada localidad, para evitar futuras complicaciones. Posteriormente las muestras fueron trasladadas a las instalaciones de la Unidad La Ascensión de la Facultad de Agronomía.

Las muestras de sangre fueron centrifugadas (2500 rpm) para separar el suero del coágulo. El suero se extrajo con pipetas Pasteur del tubo original en que se colectaron. Las pipetas utilizadas por cada muestra se depositaron en bolsas para su posterior eliminación como material biológico de riesgo. El suero sanguíneo obtenido por centrifugación se colocó en microtubos, identificados con el número de la cabra, hato y localidad de la que procedían.

Finalmente las muestras de suero fueron trasladadas a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UANL para su procesamiento.

3.6 Detección serológica por la técnica de Rosa de Bengala

En el presente estudio se utilizó la prueba diagnóstica de Tarjeta y/o Rosa de Bengala realizándola con los criterios establecidos en la NOM-041-ZOO-1995, para determinar la seroprevalencia de Brucelosis. El antígeno fue de *Brucella abortus* cepa 1119-3 (Productora Nacional de Biológicos Veterinarios, México,

D.F.) coloreada y concentrada al 3%, con sensibilidad del 98% y especificidad del 100%. Este antígeno es recomendable para el diagnóstico de Brucelosis exclusivamente con suero de ganado caprino y ovino.

Se colocaron 30 µl de suero sobre la superficie de la placa, se adicionaron 30 µl de antígeno de Rosa de Bengala, se mezclaron y se procedió a agitarlos manualmente con una duración de 4 a 5 minutos. En caso de que hubiera precipitación del suero y formación de grumos, se consideró que el resultado era positivo y si el suero se mantenía sin cambios el resultado era negativo.

El material utilizado para las muestras fue desinfectado, las puntillas fueron esterilizadas y posteriormente se procedió a desinfectar el área donde se llevó a cabo el procesamiento de las muestras.

3.7 Detección serológica con la técnica de Fluorescencia Polarizada

La técnica de Fluorescencia polarizada se realizó de acuerdo a las instrucciones del Kit *Brucella* FPA II. Se utilizó solución Buffer (reactivos utilizados para su elaboración: SDS, IGEPAL, sales) controles positivos y negativos, conjugado (antígeno con fluorescentina) y las muestras de suero de cabra del estudio. Se preparó buffer (9 partes de agua destilada y 1 de buffer). Se añadió 1 ml a los tubos donde se asignaron los controles positivo y negativos. Así mismo, a los tubos destinados para las muestras. Posteriormente se agregaron 20µl de los controles y las muestras, se colocaron en el vórtex, para mezclar el buffer con las

muestras. Se dejó reposar 10 minutos y se realizó la primera lectura de Fluorescencia Polarizada en blanco en un equipo Sentry 200 (ellie, USA). Después de la lectura en blanco, se agregaron 10µl de conjugado o trazador (antígeno con fluorescentina) a cada muestra, nuevamente se colocaron en el vórtex, se dejaron reposar 10 minutos y se dio la lectura final. Se obtuvo el resultado promediando los controles negativos y restando este resultado a lo obtenido de las muestras, dicha fórmula fue también la indicada en el Kit.

$$\Delta mP \text{ Values} = (\text{Sample mP} - \text{Avg Neg Control mP})$$

Negativo ≤ 10 Positivo > 10

3.8 Análisis estadístico

Las variables parición y cabritos nacidos y muertos se estudiaron mediante pruebas de la χ^2 (Chi cuadrada) para determinar la relación de estos parámetros productivos con la prevalencia de la enfermedad. Además se midió la correlación de la presencia de esta enfermedad con variables cuantitativas como peso al nacer, peso al destete (cabritos), condición corporal y edad de las cabras. El método fue por un análisis de varianza. También se midió y se comparó la prevalencia de Brucelosis por hato. Se utilizó para dichos análisis el paquete computacional SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, versión 17).

4. RESULTADOS

Para el presente estudio de seroprevalencia a Brucelosis caprina bajo dos técnicas de diagnóstico (Prueba de tarjeta o rosa de bengala y fluorescencia polarizada) se utilizaron un total de 300 cabras distribuidas en seis hatos del Sur del Estado de Nuevo León.

4.1 Técnica de rosa de bengala (RB)

4.1.1 Prevalencia de Brucelosis

En cuanto a la prevalencia de la enfermedad en los diferentes hatos se encontró una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre algunos de ellos, como se puede observar en la Tabla 5.

El hato 1 mostró la prevalencia menor (4%) con respecto al hato 2 (18%), hato 4 (18%) y hato 6 (24%), no encontrándose diferencia ($P > 0.05$) con el hato 3 (14%) y con el hato 5 (12%). Tampoco se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los hatos 2, 3, 4, 5 y 6.

Tabla 5. Seroprevalencia de Brucelosis caprina diagnosticada por la técnica de RB en seis hatos del sur del Estado de Nuevo León

Hato*	Positivas (%)	Negativas (%)
1	4 ^a	96 ^a
2	18 ^b	82 ^b
3	14 ^{a b}	86 ^{ab}
4	18 ^b	82 ^b
5	12 ^{a b}	88 ^{ab}
6	24 ^b	76 ^b

*Claves de hatos: 1.- Soledad 1, 2.- Soledad 2, 3.- Puentes 1, 4.- Puentes 2, 5.- La Presa 1, 6.- La Presa 2
 -(Hato 1) ≠ (Hatos 2, 4, 6) (P<0.05)
 -Entre el hato 1, 3, 5 no hay diferencia (P>0.05) -Entre los hatos 2, 3, 4, 5, 6 no hay diferencia (P>0.05)

4.1.2 Edad

En relación a la edad las cabras tuvieron una edad promedio de 2.96 años, no observándose diferencia significativa (P>0.05) entre las cabras positivas (3.13) y las negativas (2.92). Sin embargo, se observó una tendencia con respecto a que a mayor edad fue más alta la presencia de reacción positiva.

Por otro lado, el peso preparto promedio al inicio del experimento fue de 46.78 kg, no encontrándose diferencia significativa (P>0.05) entre el peso de las cabras

positivas (46.65 kg) y negativas (46.80 kg), aclarando que todas las cabras estaban bajo régimen extensivo de alimentación.

Tabla 6. Promedios de edad, peso preparto y condición corporal de las cabras seropositivas y seronegativas del experimento diagnosticadas por la técnica de tarjeta o rosa de bengala

Reactividad a Brucelosis	Edad	Peso preparto	Condición corporal
Positiva (45)	3.13 ^a	46.65 ^a	2.16 ^a
Negativa (255)	2.92 ^a	46.80 ^a	2.33 ^a

(P>0.05); No hay ≠ entre las variables de edad, peso preparto y condición corporal

4.1.3 Condición corporal

La condición corporal promedio de las cabras fue de 2.25 no encontrándose diferencia significativa (P>0.05), aunque las cabras negativas mostraron una ligera mejor condición corporal (2.33) con respecto a las cabras positivas (2.16), (Tabla 6).

4.1.4 Porcentaje de pariciones

Los resultados obtenidos para porcentaje de pariciones fueron en promedio de 53% (159), encontrándose una diferencia significativa ($P<0.05$) entre las cabras negativas (56.07%, 143) y las positivas (35.55%, 16) tal como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Porcentaje de pariciones de cabras seropositivas y seronegativas con la técnica RB

	Pario	No pario	Total
Positiva	35.55 ^b	64.44 ^b	45
Negativa	56.07 ^a	43.92 ^a	255

($P<0.05$)

4.1.5 Mortandad de cabritos

El porcentaje de crías nacidas muertas fue más alto en las cabras seropositivas (41.2), que en las seronegativas (13.1), mostrándose diferencias estadísticamente significativas ($P<0.05$), lo cual se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Porcentaje de crías nacidas vivas y muertas de las cabras seropositivas y seronegativas con la técnica RB

	Cabritos		Total
	Nacidos vivos (%)	Nacidos muertos (%)	
Positiva	58.8 ^b	41.2 ^b	100
Negativa	86.9 ^a	13.1 ^a	100

(P<0.05)

4.1.6 Cabritos nacidos y destetados

En la Tabla 9 se puede observar la cantidad de cabritos nacidos y destetados, así como su peso al nacer y al destete para las cabras seropositivas y seronegativas a la técnica RB, no encontrándose diferencias significativas (P>0.05), para ninguno de los parámetros mencionados.

Tabla 9. Cantidad y peso de cabritos nacidos y destetados para las cabras de ambos grupos

	Cabras seronegativas	Cabras seropositivas
Cabritos nacidos	198	17
Cabritos nacidos vivos	172(86.9%)	10(58.8%)
Peso al nacer	3.78 ^a	3.73 ^a
Cabritos destetados	161(93.6%)	7(70.0%)
Peso al destete	11.05 ^a	11.44 ^a

(P>0.05)

4.2 Técnica de Fluorescencia Polarizada (FPA)

Las muestras del experimento fueron sometidas a una prueba con mayor sensibilidad y especificidad tal como es FPA, cuyos resultados mostraremos en las siguientes tablas.

4.2.1 Seroprevalencia de Brucelosis

Para la prevalencia de la enfermedad en los diferentes hatos se encontró una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre algunos de ellos, como se puede observar en la Tabla 10, tal es el caso del hato 1 que mostró la prevalencia menor (4%) con respecto al hato 2 (16%), hato 4 (16%) y hato 6 (20%), no encontrándose diferencia ($P > 0.05$) con el hato 3 (10%) y con el hato 5 (12%), así mismo, no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los hatos 2, 3, 4, 5 y 6.

Tabla 10. Seroprevalencia de Brucelosis caprina diagnosticada por la técnica de FPA en seis hatos del sur del Estado de Nuevo León

Hato*	Positivas (%)	Negativas (%)
1	4 ^a	96 ^a
2	16 ^b	84 ^b
3	10 ^{a b}	90 ^{ab}
4	16 ^b	84 ^b
5	12 ^{a b}	88 ^{ab}
6	20 ^b	80 ^b

*Claves de hatos: 1.- Soledad 1, 2.- Soledad 2, 3.- Puentes 1, 4.- Puentes 2, 5.- La Presa 1, 6.- La Presa 2
(Hato 1) ≠ (Hatos 2, 4, 6) ($P < 0.05$)
Entre el hato 1, 3, 5 no hay diferencia ($P > 0.05$)
Entre los hatos 2, 3, 4, 5, 6 no hay diferencia ($P > 0.05$)

4.2.2 Edad, peso preparto y condición corporal de las cabras

En la Tabla 11 se muestran los resultados obtenidos para edad, peso preparto y condición corporal de las cabras del experimento, no encontrándose diferencia estadística significativa ($P>0.05$) para ninguno de los parámetros.

Tabla 11. Promedio de edad, peso preparto y condición corporal de las cabras seropositivas y seronegativas con la técnica de fluorescencia polarizada

	Edad	Peso preparto	Condición corporal
Positiva (39)	3.10 ^a	47.46 ^a	2.10 ^a
Negativa (261)	2.93 ^a	46.68 ^a	2.34 ^a

($P>0.05$)

4.2.3 Porcentaje de pariciones

En cuanto al porcentaje de partos, se observó una diferencia estadísticamente significativa ($P<0.05$), siendo superior para las cabras seronegativas (55.17%) con respecto a las seropositivas (35.90%) tal como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12. Porcentaje de pariciones de las cabras de seropositivas y seronegativas con la técnica de FPA

	Pario	No pario	Total
Positiva	35.90 ^b	64.10 ^b	39
Negativa	55.17 ^a	44.83 ^a	261

(P>0.05)

4.2.4 Porcentaje de crías nacidas vivas y muertas

En la Tabla 13 se puede observar que existió una diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) en cuanto al porcentaje de cabritos nacidos vivos siendo superior en las cabras seronegativas (87.5%), con respecto a las seropositivas (53.30%).

Tabla 13. Porcentaje de crías nacidas vivas y muertas de las cabras de ambos grupos diagnosticadas por FPA

	Cabritos		Total
	Nacidos vivos (%)	Nacidos muertos (%)	
Positiva	53.3 ^b	46.7 ^b	100
Negativa	87.5 ^a	12.5 ^a	100

(P<0.05)

4.3. Comparación de los resultados obtenidos bajo las dos técnicas utilizadas

Por último en la tabla 14 se realizó un comparativo de los resultados obtenidos para ambas pruebas de diagnóstico de Brucelosis caprina.

Tabla 14. Evaluación de los parámetros productivos y reproductivos de cabras seropositivas y seronegativas a Brucelosis por medio de las técnicas RB y FPA

	Rosa de Bengala		Fluorescencia polarizada	
	Positivas	Negativas	Positivas	Negativas
C.C.	2.16 ^a	2.33 ^a	2.10 ^a	2.34 ^a
Edad	3.13 ^a	2.92 ^a	3.10 ^a	2.93 ^a
Peso pre-parto	46.65 ^a	46.80 ^a	47.46 ^a	46.67 ^a
% Particiones	35.55 ^b	56.07 ^a	35.89 ^b	55.17 ^a
% Nacido vivo	58.82 ^b	87.37 ^a	53.33 ^b	87.50 ^a
% Nacido muerto	41.18 ^b	12.63 ^a	46.67 ^b	12.50 ^a
% Peso al nacer	3.73 ^a	3.78 ^a	3.75 ^a	3.75 ^a
% Peso al destete	11.44 ^a	11.05 ^a	11.13 ^a	11.06 ^a

^{a, b} Diferentes letras significan diferencias entre parámetros (P <0.05).

5. DISCUSIÓN

En el presente estudio se planteó como objetivo estimar el efecto que tiene la Brucelosis sobre parámetros productivos y reproductivos en el ganado caprino, para lo cual se estableció el experimento en el Sur del Estado de Nuevo León, que es la zona donde se concentra la mayor población de esta especie (57%). La gran mayoría de este ganado se maneja bajo condiciones de baja tecnología y escasa información, esto último coincide con lo reportado por Solorio-Rivera *et al.*, (2007), quienes mencionan que una baja tecnología y baja conciencia de la población sobre la enfermedad son factores de riesgo que propician un aumento en la prevalencia de Brucelosis.

La seropositividad encontrada fue del 15% para la prueba de tarjeta y 13% para la técnica de fluorescencia polarizada, comprobando que es una enfermedad que no está controlada y muy lejos de ser erradicada en nuestro país, tal como lo reportan los resultados de prevalencia obtenidos por Ortega Sánchez *et al.*, 2009, en Tlahualilo, Durango que fue del 5.7%, Oseguera *et al.*, 2013 en Michoacán y Jalisco donde obtuvieron un 11% y 38% respectivamente y Banda *et al.*, 2012 en Aramberri, Nuevo León reportaron un 23%.

Los resultados obtenidos para seroprevalencia bajo las dos técnicas del estudio empleadas en cuanto a edad de las cabras mostraron una tendencia de que a mayor edad mayor probabilidad de tener reacción positiva a Brucelosis, lo cual coincide con lo reportado por Solorio-Rivera *et al.*, 2007. Minas *et al.*, 2007,

quienes reportan que la edad de las cabras supone un factor predisponente para la seropositividad a la enfermedad.

Con respecto a la condición corporal y peso preparto no se encontró evidencia ($P>0.05$) de que éstas se vean afectadas por la seropositividad de las cabras en ambas técnicas de estudio.

Mellado *et al.*, 2008, reportaron para hatos del norte de México un porcentaje de pariciones del 60%, y aunque ellos no evaluaron la prevalencia de Brucelosis o cualquier otra enfermedad u otro factor que afecte la productividad de los hatos, sus resultados coinciden con el porcentaje de pariciones obtenidos de las cabras seronegativas del trabajo, donde se obtuvo un promedio de 55.62%, contrastando con el 35.72% de pariciones de las cabras seropositivas.

Para el porcentaje de mortandad al nacer y número de crías por parto se obtuvieron un 12.8% y 1.38 respectivamente para las cabras seronegativas, estos resultados son similares con lo obtenido por Mellado *et al.*, 2008, con un 15% de mortandad al nacer y un número de crías por parto de 1.5 para cabras bajo las mismas condiciones que las del trabajo (regiones semiáridas). Las cabras seropositivas arrojaron resultados contrastantes con lo antes mencionado, obteniendo un 44% de mortandad al nacer y un 1.07 de crías nacidas por parto.

Díaz-Aparicio *et al.*, 2013 y Singh *et al.*, 2015, mencionaron que la Brucelosis caprina causa altas pérdidas económicas en las explotaciones, además de restricciones para el transporte de los animales y sus productos, lo cual se puede

observar en el trabajo con los bajos índices de pariciones y alto porcentaje de mortandad de cabritos y en comunicación personal los productores mencionan la problemática que tienen para la movilización de los animales y el acceso a apoyos gubernamentales.

6. CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos nos muestran que el comportamiento de la seroprevalencia de Brucelosis y los parámetros evaluados en los hatos caprinos fue similar bajo las dos técnicas de estudio.

La edad de los animales no mostró un efecto sobre la presencia de la enfermedad, aunque se observó una tendencia de que a mayor edad se incrementa la probabilidad de reacción positiva a Brucelosis.

En cuanto a la condición corporal y peso preparto, se puede decir que la seropositividad no tiene un impacto directo sobre estos parámetros. Por otra parte el porcentaje de pariciones sí se vio afectado en los reactores positivos.

Se observó un efecto significativo de la seropositividad sobre el porcentaje de mortandad al nacer y el número de cabritos destetados, sin embargo, no se vio el mismo efecto sobre los pesos al nacer y al destete.

En base a lo concluido se puede mencionar que la Brucelosis caprina está lejos de ser erradicada y representa un factor de riesgo para la salud pública en el Estado de Nuevo León, además de afectar la economía de los hatos caprinos, tal como lo mencionan diversos autores.

7. RECOMENDACIONES

Es necesario realizar estudios subsiguientes que permitan observar en mayor número de hatos el comportamiento de los parámetros productivos y reproductivos bajo la prevalencia de Brucelosis.

En base a los resultados obtenidos podemos recomendar que se debe tener un mayor monitoreo y control de la enfermedad a fin de evitar pérdidas económicas así como riesgos a la salud pública.

Por último sería necesario que los productores tengan acceso a una mayor y mejor asesoría técnica, sobre todo en los aspectos zoonosarios.

8. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- Adone, R., and P. Pasquali. 2013. Epidemiology of brucellosis. Rev. Sci. Tech. off Int. Epiz. 32:199-205.
- Al-Majali, A. A. 2005. Seroepidemiology of caprine brucellosis in Jordan. Small Ruminant Res. 58:13-18.
- Aréchiga C.F., J.I. Aguilera, R.M. Rincón, S. Méndez de Lara, V.R. Bañuelos and C.A. Meza-Herrera. 2008. Role and perspectives of goat production in a global world. Small Ruminant Res. 51:165-173.
- Aune K., J.C. Rhyhan, R. Russell, T.J. Roffe and B. Corso. 2012. Environmental persistence of *Brucella abortus* in the Greater Yellowstone Area. The Journal of Wildlife Management. 76:253-261.
- Banda Castillo, A. 2012. Incidencia de Brucelosis caprina en hatos asesorados y no asesorados en el sur del estado de Nuevo León. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía UANL. 57 pp.
- Blasco, J. M., and B. Molina Flores. 2011. Control and eradication of *Brucella melitensis* infection in sheep and goats. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 27:95-104
- Blood, D. C., 2002. Manual de medicina veterinaria. Interamericana Mc graw Hill. 9 ed. Madrid, España. pp 368-375.
- Corbel, M. 2006. Brucellosis in humans and animals. World Health Organization. Geneva, Switzerland.
- Cloeckaert A., J.M. Verger, M. Grayon, J.Y. Paquet, B.G. Bastuji, G. Fóster and J. Godfroid. 2001. Classification of *Brucella spp.* isolated from marine mammals by DNA polymorphism at the omp2 locus. Microbes and infection. 3:729-738.
- Daza Andrada, A., C. Fernández Martínez and A. Sánchez López. 2004. Ganado caprino. Agrícola Española, S.A. Madrid España. 245-254 pp.

- Díaz-Aparicio, E., J. Blasco Martínez y F. Suárez Güemes. 1999. Prueba de tarjeta modificada para el diagnóstico de la brucelosis caprina. *Vet. Mex.* 30:307-311.
- Díaz-Aparicio, E., L. Hernández, G. Valero, B. Arellano, *et al.*, 2000. Diagnóstico de Brucelosis animal. Manual técnico de INIFAP 2ª edición. 205 p.p.
- Díaz-Aparicio, E. 2004. Protection against Brucellosis in goats, five years after vaccination with reduced-dose *Brucella melitensis* rev 1 vaccine. *Trop Anim Health Prod.* 36:117-121.
- Díaz-Aparicio, E. 2013. Epidemiología de la brucelosis causada por *Brucella melitensis*, *Brucella suis* y *Brucella abortus* en animales domésticos. *Rev. Sci. Tech. off Int. Epiz.* 32: 43-51.
- Domingo, E., M. Abad, M. R. Lanari and R. Raiman. 2003. Body composition of neuquen-criollo goat in different body condition score. [VI Congreso iberoamericano de razas autóctonas y criollas]. IV Simposio iberoamericano sobre conservación y utilización de recursos zoogenéticos.
- Foster, G., B.S. Osterman, J. Godfroid, I. Jacques and A. Cloeckaert. 2007. *Brucella ceti sp. nov.* and *Brucella pinnipedialis sp. nov.* for *Brucella* strains with cetaceans and seals as their preferred hosts. *Int J of Syst Evol Microbiol.* 57:2688-2693.
- Garin-Bastuji, B., J.M. Blasco, C. Marín and D. Albert. 2006. The diagnosis of brucellosis in sheep and goats, old and new tools. *Small Ruminant Res.* 62:63-70.
- Godfroid, J., A. Cloeckaert, J.P. Liautard, S. Kohler, D. Fretin, K. Walravens, B.G. Bastuji and J.J. Letesson. 2005. From the discovery of the Malta fever's agent to the discovery of a marine mammal reservoir, brucellosis has continuously been a re-emerging zoonosis. *Vet Res.* 36:313-326.
- INEGI. 2005. Sistema para la Consulta del Cuaderno Estadístico Municipal de Aramberri, Nuevo León. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

- INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI. 2013. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Kabagambe, E.K., P.H Elzer, J.P Geaghan, J. Opuda-Asibo, D.T Scholl and J.E Miller. 2001. Risk factors for Brucella seropositivity in goat herds in eastern and western Uganda. *Prev Vet Med.* 52:91-108.
- Kutlu, M., O. Ergonul, S.S. Kutlu, T. Guven, C. Ustun, S. Alp-Cavus, S.B. Ozturk, O. Acicbe, S. Akalin, R. Tekin, S.Tekin-Koruk, Y.Z. Demiroglu, R. Keskiner, Ibak Gönen, S. Sapmaz-Karabag, Vuolat Bosnak and E. Kazak. 2014. Risk factors for occupational brucellosis among veterinary personnel in Turkey. *Prev Vet Med.* 117:52-58.
- Lesur, L., A. Martínez, P. Celis. Manual del ganado caprino. 2004. Trillas. México. 80 p.p.
- Lilenbaum, W., G. Nunes de Souza, P. Ristow, M. Cortez Moreira, S. Fráguas, V. da Silva Cardoso and W.M. Roland Oelemann. 2007. A serological study on Brucella abortus, caprine arthritis-encephalitis virus and leptospira in dairy goats in Rio de Janeiro, Brazil. *Vet J.* 173:408-412.
- Lucero, N.E., S.M. Ayala, G.I. Escobar and N.R. Jacob. 2008. *Brucella* isolated in humans and animals in Latin America from 1968 to 2006. *Epidemiol Infect.* 136:496-503.
- Luna-Martínez, J.E., and C. Mejía Terán. 2002. Brucellosis in Mexico: current status and trends. *Vet Microbiol.* 90:19-30.
- Martínez-Martínez, O.L., R. Pérez de la Rosa, E. Díaz Aparicio, A.CH. Snyderlaar Hardwicke, L. Hernández Andrade and F. Suárez Güemes. 2005. Estudio de la eliminación en la leche de la cepa Rev 1 de Brucella melitensis en cabras vacunadas con dosis reducida. *Téc Pecu Méx.* 43:399-404.

- Mayer-Scholl, A., A. Draeger, C. Gollner, H.C. Scholz, K. Nockler. 2010. Advancement of a multiplex PCR for the differentiation of all currently described *Brucella* species. *J Microbiol Meth.* 80:112-114.
- Mellado, M. 2008. Goat reproductive management under rangeland conditions. *Tropical and Subtropical Agroecosystems.* 9:47-63.
- Minas, A., A. Stournara, M. Minas, J. Stack, E. Petridou, G. Christodoulopoulos, V. Krikelis. 2007. Validation of a fluorescence polarization assay (FPA) performed in microplates and comparison with other tests used for diagnosing *B. melitensis* infection in sheep and goats. *J Immunol Methods.* 320:94-103.
- Mohamed, Z.J., T.B. Yong, R. Hashim, A.M. Noor, S.H. Hamzah and N. Ahmad. 2015. Identification of *Brucella* spp. isolated from humans with brucellosis in Malaysia using high-resolution melt (HRM) analysis. *Diagn Microbiol Infect Dis.* 81:227-233.
- Moreno, E. 2002. Brucellosis in Central America. *Vet Microbiol.* 90:31-38.
- Moreno, E., A. Cloeckert and I. Moriyon, 2002. *Brucella* evolution and taxonomy. *Vet Microbiol.* 90:209-27.
- Nasir, M.S. and M.E. Jolley. 1999. Fluorescence Polarization: An analytical tool for immunoassay and drug discovery. *Comb Chem High Throughput Screen.* 2:177-190.
- Nielsen, K. and D. Gall. 2001. Fluorescence polarization assay for the diagnosis of brucellosis: a review. *J Immunoassay Immunochem.* 22:183-201.
- Nielsen, K., D. Gall, P. Smith, W. Kelly, J. Yeo, K. Kenny, T. Heneghan, S. McNamara, P. Maher, J. O'Connor, B. Walsh, J. Carroll, X. Rojas, F. Rojas, B. Pérez, O. Wulff, L. Buffoni, E. Salustio, R. Gregoret, L. Samartino, A. Dajer and E. Luna-Martínez. 2001. Fluorescence polarization assay for the diagnosis of bovine brucellosis: adaptation to field use. *Vet Microbiol.* 80:163-170.
- Nielsen, K. 2002. Diagnosis of brucellosis by serology. *Vet Microbiol.* 90:447-459.

- Ortega Sánchez, J., A. Martínez Romero, C. García Luján and R. Rodríguez Martínez. 2009. Seroprevalencia de brucelosis caprina en el municipio de Tlahualilo, Durango. REDVET. 10(4).
- Oseguera Montiel, D., K. Frankena, H. Udo, N.M. Keilbach Baer and A. van der Zijpp. 2013. Prevalence and risk factors for brucellosis in goats in areas of Mexico with and without brucellosis control campaign. Trop Anim Health Prod. 45:1383-1389.
- Oseguera Montiel D., M. Bruce, K. Frankena, H. Udo, A. van der Zijpp and Jonathan Rushton. 2015. Financial analysis of brucellosis control for small-scale goat farming in the Bajío region, Mexico. Prev Vet Med. 118:247-259.
- Pappas, G., P. Papadimitriou, N. Akritidis, L. Chistou and E.V. Tsianos. 2006. The new global map of human brucellosis. The Lancet Infectious Diseases. 6:91-99.
- Poester, F.P., L.E. Samartino and R.L. Santos. 2013. Pathogenesis and pathobiology of brucellosis in livestock. Rev. Sci. Tech. off Int. Epiz. 32:105-115.
- Quinn, P. J., B.K. Markey, M.E. Carter, W.J.C. Donnelly, F.C. Leonard and D. Maghri. 2005. Microbiología y enfermedades infecciosas veterinarias. Acribia. Zaragoza, España. pp 197-203.
- Radostits, O.M., C.C. Gay, D.C. Blood y K.W. Hinchcliff. 1999. Medicina Veterinaria: Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. McGraw-Hill. Interamericana. Vol 1. Novena edición. Madrid, España. 1025-1053 pp.
- Rahman, A.K., B. Dirk, D. Fretin, C. Saegerman, M.U. Ahmed, N. Muhammad, A. Hossain and E. Abatih. 2012. Seroprevalence and risk factors for brucellosis in a high-risk group of individuals in Bangladesh. Foodborne Pathog Dis. 9:190-197.
- Ramírez-Pfeiffer, C., K. Nielsen, F. Marín Ricalde, C. Rodríguez Padilla and R. Gomez Flores. 2006. Comparison of fluorescence polarization assay with

- card and complement fixation tests for the diagnosis of goat brucellosis in a high-prevalence area. *Vet Immunol Immunopathol.* 110:121-127.
- Ramírez-Pfeiffer, C., K. Nielsen, P. Smith, F. Marín Ricalde, C. Rodríguez Padilla and R. Gomez Flores. 2007. Application of the Fluorescence Polarization Assay for detection of caprine antibodies to *Brucella melitensis* in areas of high prevalence and widespread vaccination. *Clin Vaccine Immunol.* 14:299-303.
- Ramírez-Pfeiffer, C., E. Díaz Aparicio, R. Gomez Flores, C. Rodríguez Padilla, A. Morales Loredo and G. Álvarez Ojeda. 2008. Use of the *Brucella melitensis* Native Hapten To Diagnose Brucellosis in Goats by a Rapid, Simple, and Specific Fluorescence Polarization Assay. *Clin Vaccine Immunol.* 15:911-915.
- Reviriego F.J, M.A. Moreno and L. Domínguez. 2000. Risk factors for brucellosis seroprevalence of sheep and goat flocks in Spain. *Prev. Vet. Med.* 44:167-173.
- Samartino, L.E. 2002. Brucellosis in Argentina. *Vet Microbiol.* 90:71-80.
- Schurig, G.G., N. Sriranganathan and M.J. Corbel. 2002. Brucellosis vaccines: past, present and future. *Vet. Microbiol.* 90:479-496.
- Seleem, M.N., S.M. Boyle and N. Sriranganathan. 2008. *Brucella*: a pathogen without classic virulence genes. *Vet. Microbiol.* 129:1-14.
- Seleem, M.N., S.M. Boyle, and N. Sriranganathan. 2010. Brucellosis: a re-emerging zoonosis. *Vet. Microbiol.* 140:392-398.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca y Alimentación. 1996. Norma Oficial Mexicana: Campaña Nacional contra la Brucelosis en los Animales NOM-041-ZOO-1995. Diario Oficial de la Federación. Distrito Federal, México.
- Singh, B.B., N.K. Dhand and J.P.S. Gill. 2015. Economic losses occurring due to brucellosis in indian livestock populations. *Prev Vet Med.* 119:211-215.

- Solorio-Rivera, J. L., J.C. Segura Correa and L.G. Sanchez Gil. 2007. Seroprevalence of and risk factors for brucellosis of goats in herds of Michoacan, Mexico. *Prev Vet Med.* 82:282-290.
- Taboada, N., M. Campos and R. Leiva. 2005. Seroprevalencia de Brucelosis en ganado caprino en hatos del Callao, Perú. *Rev. perú. med. exp. salud publica.* 22:139-144.
- Villa, R., M. Perea, E. Díaz Aparicio, A. Soberón Mobarak, L. Hernández Andrade and F. Suárez Güemes. 2008. Presencia de aborto y mortinatos en cabras inmunizadas contra brucelosis con las vacunas RB51, rfbK y Rev 1. *Téc Pecu Mèx.* 46:249-258.
- Wyatt, H. V. 2005. How Themistocles Zammit found Malta Fever (brucellosis) to be transmitted by the milk of goats. *J R Soc Med.* 98:451-454.
- Xavier, M.N., T. A Paixao, F.P. Poester, A.P. Lage and R.L. Santos. 2009. Pathological, immunohistochemical and bacteriological study of tissues and milk of cows and fetuses experimentally infected with *Brucella abortus*. *J Comp Pathol.* 140:149-157.

9. ANEXOS

9.1 Formato de encuesta a caprinocultores

Fecha:_____ Nombre del propietario:_____

Localidad:_____ Municipio:_____

1.-Proposito del ganado caprino

1.- Carne () 2.-Leche () 3.-Carne y leche ()

2.- Los caprinos son nacidos en su hato

Sí () No ()

3.- Cantidad de cabezas de ganado que tiene actualmente

4.- Tiene potreros donde paste exclusivamente su ganado

Sí () No ()

5.- El ganado se mezcla con ganado de otras personas en potreros comunales, potreros ejidales y/o beben agua en bebederos aguajes comunes

Sí () No ()

6.- Acostumbra darle a su ganado el siguiente manejo:

- Lo baña Sí () No () A veces ()
- Lo desparasita Sí () No () A veces ()
- Revisa constantemente Sí () No () A veces ()
para detectar si hay enfermos
- Lo vacuna Sí () No () A veces ()

7.- Ha tenido problemas de enfermedades con su ganado?

8.- Ha tenido muertes de su ganado en el hato?

9.- Han abortado últimamente las cabras?

Sí ()

No ()

1. Las de primer parto_____

2. Las de segundo parto_____

3. Las de tres o más partos_____

10.- ¿Qué hace usted con la placenta después de que la cabra pario o aborto?

La deja tirada_____ La entierra_____ Le pone cal_____ La quema_____

La pone en la basura_____ Los perros se la comen_____ Nunca se fija_____

11.- ¿Ha tenido cabritos que nazcan débiles y mueran?

Sí ()

No ()

12.- ¿Para que utiliza la leche ordeñada de sus cabras?

13.- ¿De qué se alimentan las cabras?

Alfalfa_____ Monte, pastizales_____ Ensilado_____ Rastrojo_____

Gallinaza_____ Concentrado_____ Minerales_____

14.- En la temporada seca, ¿Qué le da a sus cabras?

15.- Cuando se vacuna o desparasita a las cabras:

a () Utilizan una jeringa y aguja por animal

b () Utilizan una aguja por cada animal

c () Utilizan una aguja y una jeringa para todos los animales, sin cambiarla

16.- ¿En qué lugar guardan o desechan las agujas y jeringas utilizadas?

17.- ¿Cómo hace el empadre de cabras en su ható?

- a) Solo con chivo b) Por inseminación c) Ambas

18.- ¿Acostumbra prestar o compartir su semental para empadrar las cabras?

- a) Sí b) No c) A veces

19.- Durante el año, los caprinos se han llegado a manejar con el corral inundado por agua o por gran cantidad de estiércol y lodo?

- a) Sí b) No c) A veces

20.- ¿Con qué frecuencia limpia el estiércol de los corrales?

21.- ¿Ha tenido usted asesoría técnica anteriormente?

- a) Sí b) No

22.- ¿Cuenta usted con asesoría técnica actualmente?

- a) Sí b) No

9.2 Norma oficial Mexicana 041

Norma Oficial Mexicana NOM-041-ZOO-1995
Campaña Nacional contra la Brucelosis en los Animales
Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural

Considerando

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

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

Que para elevar la producción y mejorar la calidad sanitaria de los productos de origen animal, es necesario establecer un control estricto sobre la brucelosis,

tendiente a su erradicación en las especies bovina, caprina, ovina y porcina, que permita a la ganadería nacional desarrollarse en mejores condiciones sanitarias.

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

Disposiciones generales

El propósito de la campaña consiste en el control y erradicación de la enfermedad en todo el territorio nacional.

Los animales positivos a cualquiera de las pruebas diagnósticas oficiales de brucelosis, no deben ser comercializados ni movilizados a otro destino que no sea sacrificio o unidades de producción controlada.

La duración de la campaña será hasta declarar oficialmente libre de brucelosis a todo el país. En esas circunstancias se levantará la campaña y dejará de tener efecto esta Norma.

Fases de la campaña

Se reconocen las fases en control, erradicación y libre de brucelosis, que pueden ser consideradas a nivel municipal, regional o estatal. Para efectos de esta Norma la denominación de fases y zonas son equivalentes.

Vacunas

Todas las vacunas utilizadas en la campaña serán constatadas y autorizadas por la Secretaría debiendo probarse cada lote producido conforme a las disposiciones de la misma.

En la campaña se deben utilizar vacunas vivas, atenuadas y liofilizadas, para prevenir la brucelosis en bovinos, caprinos y ovinos.

Identificación

Todos los animales vacunados contra la brucelosis deben identificarse en forma permanente por medio de un arete autorizado por la Dirección. Las características de los aretes a utilizar en los animales vacunados serán las siguientes:

Para caprinos y ovinos: Tamaño de 4.5 x 4.5 cm, sin tomar en cuenta el botón del arete, de color anaranjado. Datos: SAGAR, número progresivo y las siglas VAC-BR, así como el año de aplicación de la vacuna, o arete de grapa: Tamaño 7 cm sin contar el botón de cierre, de color anaranjado. Datos: SAGAR o CONETB, número progresivo y las siglas VAC-BR, así como el año de aplicación de la vacuna; este arete puede ser metálico o plástico.

Acciones a realizar en el caso de obtener resultados positivos en las pruebas diagnósticas

- a) En el caso de resultar animales reactivos, éstos deben ser aislados inmediatamente y sacrificados en un rastro autorizado por la Secretaría, en el periodo de 3 a 10 días después de la comunicación de los resultados.
- b) Cuando se detecten animales positivos y se dé cumplimiento al inciso anterior, se realizará el muestreo del resto de los animales en un tiempo no menor de 60 días ni mayor de 90 días después de realizada la prueba inicial.
- c) La identificación de reactivos se realizará mediante el marcaje a fuego en el masetero derecho con la letra "B", de un tamaño de 7 x 4 cm para bovinos y de 5 x 3 cm para ovinos y caprinos.

Sacrificio

Los animales reactivos, bajo el programa de hatos libres y los del programa de control-erradicación que no vayan a ser enviados a unidades de producción controlada, deben ser sacrificados en un rastro autorizado por la Secretaría, en un periodo entre 3 y 10 días posteriores a la notificación del resultado.

Indemnización

La Secretaría concertará con gobiernos estatales, organizaciones de productores e industriales y otros sectores vinculados con la ganadería, mecanismos y acciones de financiamiento que permitan indemnizar a los propietarios de ganado reactor que se sacrifique por motivo de brucelosis.

Medidas cuarentenarias

Toda Unidad de producción que no cumpla por lo menos con la opción del subprograma de hatos en control-vacunación para el control de especies lisas o el programa de rebaños en control para *B. ovis*, será sujeta a la aplicación de cuarentena y los animales únicamente podrán ser movilizados con destino a rastro, a unidades de producción controlada o a unidades de regularización zoonosanitaria.

Movilización de animales

Para la movilización de bovinos, caprinos y ovinos para especies lisas, y para machos ovinos en el caso de *B. ovis* en el territorio nacional, deben considerarse los siguientes aspectos: zonas de origen y destino, motivo de movilización, requisitos

Todos los animales castrados, sean machos o hembras, se pueden movilizar en todo el territorio nacional sin restricción alguna

Todos los animales procedentes de hatos libres se pueden movilizar en todo el territorio nacional sin restricción alguna

El incumplimiento de las disposiciones contenidas en la presente Norma será sancionado conforme a lo establecido en la Ley Federal de Sanidad Animal y la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

9.2 Formato de llenado para las cabras del experimento

HATO	ID DE CABRA	C/RAZA	C.C.	PESO PRE-PARTO	EDAD	PAR1NOPAR2	TARJETA POS1NEG2	FPA POS1NEG2
1	9458	½ Alpina	2	43	2.5	1	2	2
1	1	½ Alpina	2.5	42	1.5	1	2	2
1	9459	½ Nubia	2.5	49	3	1	2	2
2	9457	½ Alpina	2	48	3	1	2	2
2	9463	½ Nubia	1.5	40	3	1	2	2
2	9453	½ Alpina	2	42	3	1	2	2
3	9454	½ Nubia	2	40	3	1	2	2
3	9472	½ Nubia	2	43	2.5	2	2	2
3	9481	½ Nubia	3	56	3	1	2	2
4	9455	½ Nubia	2.5	51	3	1	2	2
4	9490	½ Nubia	2.5	46	3	1	2	2
4	9464	½ Nubia	2.5	52	3	1	2	2
5	9488	½ Alpina	2	55	3	1	2	2
5	9474	½ Alpina	3	56	3	1	2	2
5	9468	½ Alpina	3	49	2.5	1	2	2
6	9476	½ Alpina	2.5	36	2.5	1	2	2
6	4	½ Alpina	1.5	35	2	1	2	2
6	5	½ Alpina	1.5	34	1.5	2	2	2

C/= Cruza

FPA= Fluorescencia polarizada

ID= Identificación

9.4 Formato de llenado para los cabritos del experimento

HATO	ID DE CABRA	Tarjeta RB POS1NEG2	FPA POS1NEG2	PAR1 NO PAR2	# CRÍAS	SEXO	P.N.	NACVIV1 NACMUERT2	P.D.
1	9458	2	2	1	2	HH	3.2	1	8.95
1	1	2	2	1	1	M	3.8	1	10.2
1	9459	2	2	1	2	MM	3	1	9.5
2	9457	2	2	1	1	H	4	1	10.4
2	9463	2	2	1	2	HM	3.55	1	8.85
2	9453	2	2	1	1	M	4.5	1	11.2
3	9454	2	2	1	1	H	4.6	1	11.3
3	9472	2	2	2	—	—	—	—	—
3	9481	2	2	1	2	HM	3.2	1	8.4
4	9455	2	2	1	1	M	4.3	1	12
4	9490	2	2	1	2	HM	3.8	1	9.8
4	9464	2	2	1	2	HH	3.55	1	9.15
5	9488	2	2	1	1	H	3.6	1	9.5
5	9474	2	2	1	2	MM	3.3	1	9.15
5	9468	2	2	1	1	H	3.8	1	10.2
6	9476	2	2	1	1	M	4	1	12.3
6	4	2	2	1	1	M	3.9	1	13.1
6	5	2	2	2	—	—	—	—	—

P.D.= Peso al destete

P.N.= Peso al nacer

NAC VIV- NACMUERT= Nacido vivo-Nacido muerto