

TRABAJO DE GRADO PASANTÍA PRÁCTICA PROFESIONAL

Héctor Yair Cisneros Ojeda

**Programa de Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias Agrarias de
la Universidad de Pamplona**

Pasantía Bufasur, Décimo Semestre

2023

Tutor: MVZ. Esp. MSc. PhD. Carlos Mario Duque Cañas

La correspondencia relacionada con este documento puede ser enviada:

hector.cisneros@unipamplona.edu.co

Portada De Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios, mis padres, esposa e hija que me han apoyado durando todo el proceso de formación académica

Gracias a la Universidad de Pamplona por darme la oportunidad de formarme y moldearme en todo lo corrido de los semestres

A los docentes que aportaron su granito de arena en cada una de las materias vistas durante el recorrido de cada semestre.

La agropecuaria Bufasur por aceptarme y permitirme realizar mis pasantías abriendo las puertas en esta especie bufalina ofreciendo lo mejor de ellos para que pueda adquirir conocimientos y experiencia en la parte reproductiva por medio de palpación rectal, manejo, vacunación.

Gracias al Mv. Esp. José Jiménez por toda la entrega y dedicación que tuvo durante el periodo de práctica en la estadía por la Agropecuaria Bufasur.

Lista De Abreviaturas

Ag: Antígeno

BIOSUR: Centro de Biotecnología Animal

BPA: Antígeno Bufferado para Placa

BUFASUR: Estación Agraria Búfalos del Sur C.A

Delta-PGM: Vacuna contra la brucelosis bovina liofilizada

ELISA-C: Enzimoinmunoensayo competitivo

ELISA-I: Enzimoinmunoensayo indirecto

FAO: Organización de la Naciones Unidas para Alimentación y la Agricultura

FC: Fijación del Complemento

FPA: Ensayo de Polarización fluorescente

ICA: Instituto Colombiano Agropecuario

Ig G: Inmunoglobulina G

Ig M: Inmunoglobulina M

INSAI: Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral

LPS: Lipopolisacárido

OIE: Organización Mundial de Sanidad Animal

PCR: Reacción en Cadena de la Polimerasa

PROBRUCE: Programa Nacional de Vigilancia, Prevención, Control y Erradicación de la brucelosis Bovina

RB: Rosa de Bengala

RBT: Test de Rosa de Bengala

SENASA: Servicio de Sanidad y Calidad Agroalimentaria

TABLA DE CONTENIDO

<i>Tablas.....</i>	<i>7</i>
<i>Figuras.....</i>	<i>8</i>
<i>Introducción</i>	<i>9</i>
<i>Descripción Del Sitio De Práctica “Bufasur”.....</i>	<i>10</i>
<i>Actividades Desarrolladas Durante la Pasantía Práctica Empresarial.</i>	<i>12</i>
 <i>IDENTIFICACIÓN MEDIANTE LA PRUEBA TAMÍZ DE ANTÍGENO</i>	
<i>BUFFERADO para PLACA (BPA) PARA DIAGNÓSTICO PRESUNTIVO DE Brucella</i>	
<i>abortus EN BÚFALAS DEL ESTADO DE SANTA BÁRBARA DE ZULIA EN LA</i>	
<i>AGROPECUARIA BUFASUR.....</i>	<i>14</i>
 <i>Resumen.....</i>	 <i>14</i>
<i>Abstract.....</i>	<i>15</i>
 <i>1. Capítulo 1.....</i>	 <i>16</i>
<i>1.1. Planteamiento Del Problema</i>	<i>16</i>
<i>1.2. Justificación.....</i>	<i>18</i>
<i>1.3. Objetivos.....</i>	<i>19</i>
1.3.1. Objetivo General	19
1.3.2. Objetivos Específicos	19
 <i>2. Capítulo 2.....</i>	 <i>20</i>
<i>2.1. Introducción</i>	<i>20</i>
<i>2.2. Revisión Bibliográfica</i>	<i>23</i>

2.2.1.	Historia del búfalo.....	23
2.2.2.	Distribución mundial del búfalo.....	24
2.2.3.	Beneficios de la leche de búfala.....	26
2.2.4.	Beneficios de la carne de búfala.....	28
2.2.5.	Adaptabilidad del búfalo.....	29
2.2.6.	Brucelosis en los búfalos.....	31
2.2.7.	Legislación colombiana referente a brucelosis.....	36
2.2.8.	Fisiopatología de la brucelosis.....	37
3.	Capítulo 3.....	40
3.1.	Metodología.....	40
3.1.1.	Local y animales de estudio.....	40
3.1.2.	Colecta de sangre y procesamiento por BPA y FPA.....	41
3.1.3.	Estadística de la investigación.....	42
4.	Capítulo 4.....	44
4.1.	Resultados.....	44
4.2.	Discusión.....	47
5.	Capítulo 5.....	53
5.1.	Conclusiones.....	53
5.2.	Recomendaciones.....	54
5.3.	Referencias Bibliográficas.....	55
5.4.	Anexos.....	65

Tablas

Tabla 2. <i>Clasificación zoológica de los Búfalos.</i>	24
Tabla 1. <i>Población bufalina en el mundo.</i>	25
Tabla 3. <i>Comparación nutricional de la leche de Búfala Vs Vaca.</i>	27
Tabla 4. <i>Rendimiento comparativo de la leche de búfala y vacuna</i>	27
Tabla 5. <i>Componentes de la carne de búfalo Vs vacuno</i>	29
Tabla 6. <i>Resultado obtenido de la prueba tamiz con BPA.</i>	44
Tabla 7. <i>Vacuna S19 Vs RB51</i>	51

Figuras

Figura 1. <i>Carta aval del caso clínico Comité Trabajo de Grado</i>	13
Figura 2. <i>Radiación solar en búfalos de agua</i>	31
Figura 3. <i>Porcentajes de la prueba tamiz BPA</i>	45
Figura 4. <i>Prueba confirmatoria FPA</i>	45
Figura 5. <i>Reacción del suero con el antígeno BPA</i>	46
Figura 6. <i>Carta aval del caso clínico por la Agropecuaria Bufasur</i>	65
Figura 7. <i>Materiales utilizados para tomar las muestras a las búfalas</i>	66
Figura 8. <i>Vacuna de brucelosis (Delta-PGM) liofilizada</i>	66

Introducción

En el presente informe se evidenciará la descripción de la agropecuaria Bufasur en conjunto con las labores a realizar dentro de las instalaciones de la agropecuaria como lo es la palpación rectal, selección de búfalas para descarte, pesajes e identificación de bucerros recién nacidos por medio de microchip y collar con placa para saber el número de la madre. Estas prácticas se realizan como requisito en el décimo semestre de la Universidad de Pamplona para optar por el título de médico veterinario, esta experiencia en grandes animales y enfocada más que todo al manejo, selección e inseminación artificial en búfalos doble propósito en la cual la finca genera carne y leche de la mejor calidad para abastecer a los pobladores de la ciudad y sus alrededores.

La Universidad de Pamplona se enfoca en la formación de profesionales con capacidad de liderar transformaciones significativas que impulsen el desarrollo del sector pecuario a nivel regional y nacional. Este compromiso se materializa proporcionando a los estudiantes una sólida base teórica a lo largo de todos los semestres, la cual debe ser aprobada para avanzar a las prácticas profesionales.

Estas prácticas constituyen una etapa crucial en la formación de los estudiantes, ya que les ofrecen la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en un entorno práctico. Al interactuar directamente con los animales, los estudiantes ganan confianza en sus habilidades de manejo y, al mismo tiempo, desarrollan la destreza necesaria para implementar tratamientos y realizar diagnósticos reproductivos de manera efectiva.

Descripción Del Sitio De Práctica “Bufasur”

La agropecuaria Búfalos Del Sur C.A (Bufasur), es una finca ganadera dedicada únicamente a la cría de búfalos con ciclo completo, dicha finca se encuentra ubicada en Santa Bárbara del Zulia Parroquia del Municipio Colon, Estado Zulia, Venezuela, Ubicada al Sur del lago Maracaibo, lo cual favorece mucho la cría bufalina ya que es zona altamente inundable; dicha Agropecuaria está ubicada entre los 0 y los 300 m.s.n.m. Dirigida por el Ingeniero Ivan Ocando fundador de la bufalera para el año 2006.

Bufasur trabaja con las distintas razas de búfalos como lo son Murrah, Mediterráneo, Nili-Ravi, Jafarabadi y Surti, de los cuales se hace mestizajes entre las razas consiguiendo así una producción doble propósito como lo es carne y leche. Bufasur es una de las fincas encargadas de abastecer la ciudad de Santabárbara y sus alrededores con carne y leche de muy buena calidad; cuenta con tres bufaleras con ordeño mecánico que son: Santa Sofía con una producción aproximada de 444 litros día, San Andrés con una producción aproximada de 584 litros día, y Complejo Delicias con una producción al día aproximada de 180 litros. Las demás bufaleras que hay, cuentan con ordeño manual como lo son el Tuy con un total de 160 litros días, california con 315 litros día y Caballeriza embriones con 47 litros día para un total aproximadamente de 1.730 litros de leche al día, cabe resaltar que se ha logrado tener un pico de producción de dos mil litros día.

Dicha agropecuaria esta subdivida en varios sectores donde la sede principal se llama, Delicias en la cual vamos a encontrar las oficinas principales administrativas, BIOSUR un laboratorio especializado en inseminación artificial, transferencias de embriones y fecundación in vitro; a unos 100 metros vamos a encontrar el taller agrícola donde se reparan las maquinarias que se van deteriorando, en frente de las oficinas vamos a encontrar el corral

principal que cuenta con embarcadero y bascula; a unos cincuenta metros se encuentra la caballeriza donde se tienen corrales disponibles exclusivamente para los animales puros ya sean por transferencia de embriones o inseminación artificial; la finca está compuesta por una extensión de terreno aproximadamente de 5.000 hectáreas las cuales se distribuyen de la siguiente manera: Canta Rana, Delicias Taller Central, Delicias taller Agrícola, Santa Sofía, San Andrés, las Brisas, Montalban, El Cedro, El Zamuro, El Tuy, Casa Verde, California, Casa Azul, Casa Amarilla, Balovento, Moscú y por ultimo Castillito que es la casa donde se hospeda el jefe de ganadería , el supervisor de agropecuario y los pasantes de la universidad de pamplona.

También se cuenta con fincas aledañas cada una con unas extensiones de dos mil hectáreas como lo son Tatuquera, Santa rosa Mene Grande, Santa rosa Valderrama, Tropezón, Cedro y Cantiseiba.

Para el manejo del laboratorio Biosur se cuenta con un personal de tres médicos veterinarios altamente calificados y especializados en reproducción, encargados del manejo de los equipos con que cuenta el laboratorio y también este personal se encarga de la vacunación, desparasitación, chequeo reproductivo para la selección de animales de descarte para sacrificio, también el chequeo reproductivo en cada de las vaqueras para proceder al secado de las búfalas y darles el descanso necesario para el siguiente parto, los médicos también se encargan de atender cualquier tipo de enfermedad que se presente en los bucerros ya sean diarreas, problemas de piojos, anaplasmosis, babesiosis, etc., para aplicarles sus respectivos tratamientos con el fin de recuperarlos.

Actividades Desarrolladas Durante la Pasantía Práctica Empresarial.

Durante mi estancia en la Agropecuaria Bufasur, desempeñé un papel activo al colaborar estrechamente con el médico veterinario responsable de supervisar todos los procesos llevados a cabo en la agropecuaria como lo son:

Implementación de microchip a las crías recién nacidas en la base de la cola, para llevar registro de la madre y su respectiva cría, para posterior subirlo al sistema.

Realizar collares a las crías pasados los 15 días, con el número de la madre para ser trasladados a las respectivas vaqueras de ordeño y así facilitar la identificación por parte de los ordeñadores.

Cuando llegan a término de destete los machos son castrados, labores las realizan los pasantes bajo la supervisión del médico veterinario a cargo, por otra parte, a las hembras se les aplica la vacuna Delta-PGM liofilizada para brucelosis con el fin de prevenir enfermedades futuras.

Aplicar desparasitantes a los bucerros que están en los diferentes ordeños con el fin de prevenir cargas parasitarias.

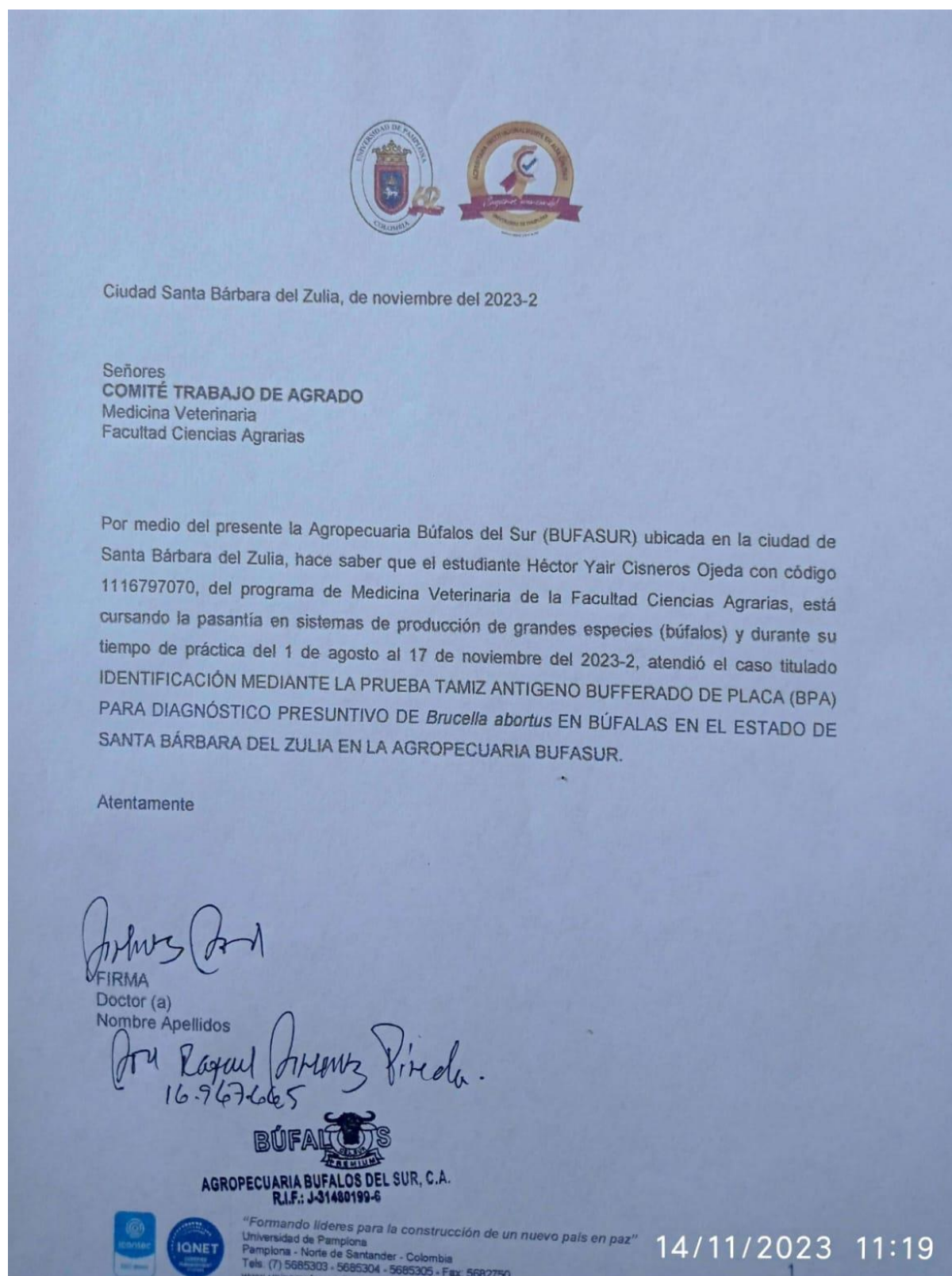
Castraciones en equinos para evitar accidentes y lesiones entre ellos.

Realizar palpaciones a las búfalas como criterio de selección para determinar su estado no gestante (vacío) antes de ser trasladadas al sacrificio. Este procedimiento también permite identificar posibles problemas reproductivos, como adherencias, quistes y metritis, que podrían afectar su estado de salud o rendimiento reproductivo.

También realizar palpaciones como método selectivo de búfalas vacías, y proceder a llevarlas a potreros de secado donde se encuentran los toros para ser servidas.

Hacer aparte de las búfalas próximas para potreros de maternidad.

Figura 1. Carta aval del caso clínico Comité Trabajo de Grado



Nota: En la imagen se puede apreciar la carta aval del caso clínico para el comité de trabajo de grado.
 (Cisnero. 2023)

**IDENTIFICACIÓN MEDIANTE LA PRUEBA TAMÍZ DE ANTÍGENO
BUFFERADO PARA PLACA (BPA) PARA DIAGNÓSTICO
PRESUNTIVO DE *Brucella abortus* EN BÚFALAS DEL ESTADO DE
SANTA BÁRBARA DE ZULIA EN LA AGROPECUARIA BUFASUR.**

Resumen

En esta investigación, se evaluó la prevalencia de la brucelosis, una enfermedad ocasionada por bacterias del género *Brucella spp*, que afecta a diversos animales, incluyendo los bovinos, equinos, porcinos, caprinos y ovinos. Este estudio enfocó específicamente en la presencia de *Brucella abortus* en búfalas de agua doméstica (*Bubalus bubalis*) ubicadas en la agropecuaria Bufasur. La investigación adoptó un enfoque descriptivo de corte transversal, que incluyó 30 búfalas a las que se les realizó la prueba tamiz con BPA (Antígeno Bufferado para Placa). Durante este proceso, se identificó un animal reaccionante positivo. Como prueba confirmatoria, se llevó a cabo la FPA (Fluorescencia Polarizada) con el propósito de descartar la presencia de esta enfermedad en las receptoras que se les iba a realizar una transferencia de embriones de alta genética. Concluyendo que la BPA, aunque muestra una alta sensibilidad y rapidez en la obtención de resultados, podría generar falsos positivos al no distinguir entre anticuerpos vacunales o infecciosos. Por ende, se subraya la importancia de la confirmación mediante la FPA para asegurar una interpretación más precisa y evitar malentendidos en el diagnóstico.

Palabras Claves: abortos, Fluorescencia Polarizada.

Abstract

In this research, the prevalence of brucellosis was evaluated, a disease caused by bacteria of the genus *Brucella* spp, which affects various animals, including cattle, horses, pigs, goats and sheep. This study specifically focused on the presence of *Brucella abortus* in domestic water buffaloes (*Bubalus bubalis*) located in the Bufasur farm. The research adopted a cross-sectional descriptive approach, which included 30 buffaloes who underwent the BPA (Buffered Plaque Antigen) sieve test. During this process, a positive reacting animal was identified. As a confirmatory test, FPA (Polarized Fluorescence) was carried out with the purpose of ruling out the presence of this disease in the recipients who were going to undergo a transfer of highly genetic embryos. Concluding that BPA, although it shows high sensitivity and speed in obtaining results, could generate false positives by not distinguishing between vaccine or infectious antibodies. Therefore, the importance of confirmation using FPA is highlighted to ensure a more accurate interpretation and avoid misunderstandings in the diagnosis.

Keywords: abortions, Polarized Fluorescence.

1. CAPÍTULO 1

1.1. Planteamiento Del Problema

El impacto económico de la brucelosis es severo y está relacionado con pérdidas en la producción animal debido a restricciones comerciales, disminuciones en la producción de leche, pérdidas de fertilidad, así como costos de salud pública relacionada con el diagnóstico, tratamiento y disminución de la productividad de las personas afectadas. (Goodwin, et al. 2016), razón por la cual es importante realizar diagnósticos rápidos de presencia de brucelosis en hatos ganaderos.

Adicionalmente, y términos de salud pública, la brucelosis es considerada como una zoonosis con graves implicaciones tanto para los seres humanos como para los animales afectando predominantemente a individuos sexualmente maduros; los principales síntomas clínicos de la infección son el aborto en las mujeres y la orquitis y epididimitis en los hombres, con frecuente esterilidad debido a la localización de la *Brucella* dentro de los órganos reproductores femeninos y masculinos (Marianelli, et al. 2008).

La brucelosis afecta a los búfalos de agua domésticos, pero a pesar de las similitudes con el ganado vacuno las diferencias en la epidemiología de la enfermedad entre estas especies son importante para establecer medidas de control de la enfermedad (Fosgate, et al. 2011). Sin embargo, las investigaciones publicadas sobre el búfalo de agua son limitadas porque no es un animal importante en muchos países que cuentan con los recursos necesarios para realizar grandes proyectos y garantizar la publicación de los resultados en revistas internacionales (Fosgate, et al. 2011).

El impacto de las enfermedades infecciosas y parasitarias en la industria del búfalo de agua no se ha investigado a fondo, aunque la brucelosis no parece afectar gravemente la producción de búfalos de agua, se debe tener precaución debido a su carácter zoonótico y al hecho de que los búfalos de agua pueden actuar como portadores de *Brucella abortus* (Konrad, et al 2013). No obstante, algunos autores han informado que los búfalos de agua son genéticamente resistentes a la brucelosis (Borriello, et al. 2006) (Capparelli, et al. 2007).

El propósito fundamental de este estudio fue llevar a cabo la detección y descarte de animales aparentemente positivos a brucelosis mediante el uso de las pruebas como la BPA y confirmatoria FPA. La finalidad principal de esta evaluación es descartar la presencia de animales con resultado positivo a brucelosis que están destinados a participar en un programa de transferencia de embriones. La importancia de este procedimiento radica en la necesidad de prevenir potenciales riesgos, tales como abortos o crías infectadas, que podrían resultar en pérdidas económicas significativas.

Además de las consecuencias económicas, es crucial abordar el impacto zoonótico de la brucelosis bovina, considerando la posibilidad de infección en los seres humanos. La implementación de medidas preventivas, como detección temprana y el descarte de animales portadores de brucelosis, no solo protege la salud del rebaño y evita pérdidas financieras, sino que también contribuye a mitigar el riesgo de transmisión de la enfermedad al ser humano, reforzando así la importancia de una gestión efectiva en programas de reproducción asistida con la transferencia de embriones.

1.2. Justificación

La realización de la prueba tamiz con el antígeno bufferado de placa es de vital importancia porque nos ayuda a identificar a aquellos animales portadores de la enfermedad y a evitar la presencia de un brote que pueda causar grandes pérdidas económicas y riesgos sanitarios tanto en los animales como en los operarios de la empresa, también a la hora de elegir receptoras para procesos de transferencias de embriones con animales de alta producción, debemos ser muy específicos y eficientes, pues dependerá de que las crías nazcan estén libres de posibles enfermedades, esta prueba tamiz de BPA están avalada por la resolución DM/ N° 036 artículo 15 del 2017; el INSAI quien otorga la autorización a los médicos veterinarios de ejercicio libre funciones como ejecutores del PROBRUCE.

En los predios donde existan animales cuyo diagnóstico sea positivo a la prueba tamiz de BPA y confirmada por la FPA, se debe seguir haciendo seguimiento o repeticiones de las pruebas cada tres meses hasta alcanzar resultados negativos, posterior a esto cada seis meses, buscando la misma finalidad de animales negativos, lo cual será supervisado por médicos veterinarios del INSAI y el predio será certificado como libre de brucelosis.

Un hato bufalino o bovino libre de brucelosis podrá comercializar o movilizar animales con mayor facilidad sin necesidad de requerir muestreos, pero si van a ingresar animales a su predio si deben requerir o exigir pruebas de brucelosis y tener en cuarentena mientras los resultados sean recibidos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Identificar búfalas reaccionantes positivas a *Brucella abortus* mediante la prueba tamiz de Antígeno Bufferado para Placa (BPA) en la Agropecuaria Bufasur de Santa bábara del Zulia.

1.3.2. Objetivos Específicos

Seleccionar una muestra representativa de búfalos de la agropecuaria Bufasur.

Realizar la prueba FPA como complemento confirmatorio de la brucelosis bovina.

Identificar animales positivos a *Brucella* descartándolos del programa de transferencia de embriones.

Determinar la prevalencia actual de *Brucella abortus* de las búfalas de un programa de transferencia de embriones en la Agropecuaria Bufasur de Santa Barbara del Zulia.

2. CAPÍTULO 2

2.1. Introducción

La brucelosis bovina es reconocida como una enfermedad infectocontagiosa causada por *Brucella abortus*, la cual se caracteriza por manifestaciones clínicas de carácter reproductivo y grandes pérdidas económicas para los productores. Es una zoonosis de distribución mundial cuyo agente etiológico causa problema sanitarios y económicos principalmente en los trópicos y en países con poca inversión en la producción de leche y carne donde su incidencia es alta (da Silva, et al. 2014).

Los búfalos de agua están presentes en casi 77 países distribuidos en Asia, Europa, América del Sur, Australia y África; se encuentran dos subespecies distintas (*búfalo de río* y *búfalo de pantano*) y pertenecen a la familia de los bovinos al igual que el ganado vacuno. La carne del búfalo se comercializa como carne vacuna en el mercado internacional, dicha carne es magra sin vetas, tierna, baja en grasas, colesterol y energía, también es rica en hierro, zinc, vitamina B y ácido linoléico conjugado, y tiene un índice aterogénico y trombogénico más bajo que la carne de ganado vacuno (Naveena, et al. 2022).

Los búfalos son animales que tienen una alta capacidad de adaptabilidad a climas cálidos, húmedos y fangosos principalmente, pero muestran signos de intolerancia cuando se exponen a la radiación solar directa o cuando están expuestas al sol durante un clima cálido. Esto se debe al hecho de que el cuerpo de los búfalos absorbe una gran cantidad de radiación solar debido a su piel oscura y pelaje escaso y además poseen un sistema de enfriamiento por evaporación menos eficiente debido a su capacidad de sudoración bastante pobre, lo cual

lleva a que un animal que se exponga mucho tiempo al sol va a tener cambios que provocan un deterioro en su crecimiento, rendimiento de producción y reproducción (Marai, & Haebe, 2010).

El búfalo de agua es la forma doméstica del progenitor salvaje *Bubalus arnee* de la India, el sur de Asia y las zonas húmedas de Asia Occidental; fue traído a Trinidad hace 150 años con los inmigrantes contratados de las Indias Orientales, existen dos tipos básicos de búfalos de agua doméstico, el tipo de pantano (*Bubalus carabanensis*) y el tipo de río (*Bubalus bubalis*), siendo este último el tipo predominante de la isla de Trinidad; el búfalo de agua es potencialmente la especie bovina tropical más importante en zonas muy cálidas donde abundan ríos y pantanos (Diptee, et al. 2006).

El búfalo doméstico (*Bubalus bubalis*) desempeña un papel importante en la agricultura y las economías agrícolas de muchos países en desarrollo, también se utiliza en muchos países como fuente de producción de leche y carne. Muchos aspectos obstaculizaron la efectividad reproductiva en las búfalas, como la pubertad tardía, el celo silencioso, los largos intervalos después del proceso de parto y el anestro posparto con una baja respuesta a la superestimulación y la transferencia de embriones. La mortalidad embrionaria representa uno de los principales factores que intervienen en el fracaso de la gestación tanto en búfalas como en bovinos, por ello, la detección precoz de la preñez es fundamental, además, la detección temprana de los animales preñados y la rápida reproducción de los no preñados reduce los intervalos entre inseminaciones para lograr la mejora de la reproducción animal (Aboulela, et al. 2021).

La brucelosis bovina es una enfermedad endémica en Venezuela y su historia que se remonta a más un siglo, aunque en su historia está plagada de fabulas, conceptos erróneos y desinformación; sin embargo, es hasta 1939 cuando el estado reconoció su existencia y

dispuso medidas para iniciar su manejo y es ahí donde aparecen las primeras resoluciones y recomendaciones dirigidas en tres etapas: eliminación de reaccionantes, vacunación de becerras y restricciones en la movilización de rebaños (Villalobos, 2021).

Según Fosgate, et al. (2011) la mezcla de muchos animales en un área pequeña facilita la transmisión de enfermedades, y la congregación de los búfalos en revolcaderos (bañaderos o posos poco profundos que ellos mismos realizan con sus extremidades y cachos donde se reúnen para bañarse ya sea barro o polvo dependiendo la época del año) puede ser un factor importante para la propagación de la brucelosis.

La brucelosis es una zoonosis de importancia mundial causada por *Brucella abortus* o *B. melitensis* en bovinos, búfalos y camellos y por *B. melitensis* en ovinos y caprinos; el contagio humano se produce por contacto con animales infectados o productos lácteos contaminados; los principales signos en animales son infertilidad, abortos o partos prematuros y retención de placenta en las hembras y epididimoorquitis en los machos (Muños, et al. 2022).

La brucelosis es responsable de importantes pérdidas económicas en la cría de ganado vacuno y búfalo, el género *Brucella* incluye varias especies como *Brucella abortus*, *Brucella melitensis*, *Brucella suis* (en la que las cepas lisas son virulentas), *Brucella canis*, *Brucella ovis* (forma rugosa virulenta que ocurren naturalmente), *Brucella pinnipediae* y *Brucella cetacea*; la *Brucella* es el agente causante de la brucelosis que provoca fiebre ondulante en humanos (Montagnaro, et al. 2008).

La epidemiología de la infección por *Brucella* no se ha estudiado exhaustivamente en búfalos de agua domésticos, estos animales excretan brucelas viables a través de la leche, pero no se ha evaluado directamente la transmisión de madre a cría; sin embargo, las crías de búfalo nacidas de madres seropositivas en una granja infectada tienen más probabilidades de

volverse seropositivas en comparación con las crías nacidas de madres seronegativas (Fosgate, et al. 2011).

La FPA como prueba diagnóstica confirmatoria para brucelosis bovina, es una prueba que presenta buenas características de sensibilidad y especificidad, así como también que es una prueba simple a diferencia de la ELISA competitiva que es una prueba que al igual que la FPA presenta buenas características de sensibilidad y especificidad pero que requiere una serie de equipos reactivos y experticia técnica para su desarrollo (Ibarra Rosero, et al. 2018).

2.2. Revisión Bibliográfica

2.2.1. Historia del búfalo.

Los búfalos de agua tienen una importancia socioeconómica mundial debido a su contribución a la mano de obra agrícola y a la producción de leche y carne, especialmente en los países en desarrollo; además su leche tiene altos niveles de grasa, proteína y sólidos totales que conducen a productos lácteos (queso mozzarella, kumis, yogurt) y en consecuencia remuneración económica a los productores (Lázaro, et al. 2023).

Excavaciones arqueológicas realizadas en la india muestran que existían ya los búfalos alrededor de unos 60.000 a. C., pero que recién fue domesticado allí hace 8.000 años y que en China sucedió lo mismo 1.000 años después; sin embargo, su propagación por el

mundo no fue rápida; llegaron por primera vez a Egipto después de su conquista por los árabes y en Camboya fueron introducidos en el siglo XV (Carrazzoni, 1993).

Tabla 1. *Clasificación zoológica de los Búfalos.*

Clase	Mamífero
Subclase	Ungulados (provisto de pezuñas)
Orden	Artiodáctilo (con dos dedos centrales asimétricos)
Suborden	Rumiantes (poligástrico)
Familia	Bóvidos (cuernos óseos huecos en su base y sin dientes incisivos superiores)
Subfamilia	Bobinae
Género	Bubalus y Bos

Nota: la tabla nos muestra la clasificación zoológica de los búfalos, y en cuanto al género *Bubalus*

incluye el subgénero búfalo que son animales que habitan en regiones pantanosas de Asia, Europa y América, y el género *Bos* que comprende a los Subgéneros bovinos y bisontes (Carrazzoni, 1993).

Bubalus bubalis (el búfalo de agua), todos los tipos de búfalos domésticos vienen del progenitor salvaje *Bubalus arnee* de la India en el sur de Asia y posiblemente en las zonas húmedas de Asia Occidental, cuyos representantes aún se encuentran en las selvas de Assan. *Bubalus arnee* es originaria del género *Bubalis*, grupo *Bubalina* de la subfamilia *Bovidae*; el género *Bubalis* supera al género bovino *Bosen*, su capacidad para adaptarse a las zonas cálidas y húmedas de tierras fangosas y pantanosas (Marai, & Haebe, 2010).

2.2.2. Distribución mundial del búfalo.

Según datos de la FAO (2020) para el año 2018, las poblaciones de búfalos se encontraban principalmente en Asia, el cual es el continente originario luego le siguen África, América, Europa y Oceanía; vale la pena resaltar el hecho de que esta especie no existía en América y ha aumentado muy rápidamente en los últimos años. Algunas estimaciones sugieren una distribución de 3.800.000 búfalos en América: Brasil: 3.500.000, Venezuela: 350.000, Colombia: 150.000, Argentina: 1.000.

Tabla 2. *Población bufalina en el mundo.*

Población total	Porcentaje	Continente
199 millones	98,03 %	Asia
1,67 millones	0,82 %	África (Egipto)
2 millones	0,90 %	América (Brasil)
477 mil	0,23 %	Europa
166 búfalos		Oceanía

Nota: La población bufalina está aumentando significativamente por lo cual hay un aproximado de 203 millones de búfalos en todo el mundo distribuidos con forme la ilustra la tabla, debido a que la leche de búfala es el segundo tipo de leche más producido en el mundo (Gamma Pantoja, et al. 2022).

La Amazonía brasilera contiene la principal población de búfalos de agua de América; estos animales tienen un alto potencial para la producción de carne y leche y son una alternativa en el uso de áreas alteradas en la amazonia. En algunos casos, se ha producido una sustitución gradual de los rebaños bovinos por búfalos, especialmente donde estos tenían menor desempeño productivo; además la cría de búfalos se ve favorecida en la Amazonía debido al clima, el suelo, la variabilidad genética de los forrajes, la adaptabilidad de los animales (Gama Pantoja, et al. 2022).

2.2.3. Beneficios de la leche de búfala.

En el mercado de la leche y de los productos lácteos, lo cual representa un sector económico importante y bien establecido en el centro y sur de Italia, en este país la leche de búfala se utiliza principalmente para la producción de “*mozzarella di búfala*” un queso tierno elaborado con leche fresca de búfala y reconocido mundialmente por su buena calidad comestible y su peculiar sabor (Rofrano, et al. 2023).

El secado de la leche para producir un producto final en polvo es una técnica comúnmente utilizada en la industria láctea. La leche en polvo tiene una vida útil considerable más larga y su fabricación reduce el costo de procesos específicos como el envasado, el almacenamiento y el envío; la leche en polvo se utiliza en productos lácteos que han sido reconstituidos o recombinados, como el pan, confitería y productos cárnicos. El secado por aspersión es la forma más común de producir leche en polvo en un entorno industrial, y el procedimiento de secado garantiza que los nutrientes se conserven casi por completo (Sert, et al. 2022).

El contenido de grasa de la leche de búfala es dos veces mayor que el de la leche de vaca y también tiene niveles más altos de lactosa, minerales y sólitos totales, lo que resulta en un mayor rendimiento del producto lácteo, mayores pagos para los productores y por lo tanto un mayor valor agregado a los subproductos cuando se utiliza tecnología específica; en cuanto a minerales como calcio, magnesio y fosfato inorgánico, la leche de búfala tiene concentraciones más altas en comparación con la leche de vaca, por lo que se considera más nutritivo que este último (Gama Pantoja, et al. 2022).

La leche de búfala es muy nutritiva y de ella se obtienen con óptimo rendimiento productos lácteos como quesos, yogur, mantequilla y dulce de leche; los minerales contenidos en la leche son importancia puesto que de ellos depende propiedades tales como estabilidad del calor y capacidad de coagular, el contenido de minerales en la leche puede variar por numerosos factores como la raza, el periodo de lactación, el clima, la estación del año, la composición de la dieta y la contaminación del suelo (Almaguer Perez, 2007).

Tabla 3. Comparación nutricional de la leche de Búfala Vs Vaca

Componente	Búfala	Vaca
Agua (%)	66,5	76,1
Grasa (%)	6,9	3,6
Sol. Total (%)	15,3	12
Lactosa (%)	4,3	4,5
Minerales (%)	3,5	0,6
Prot. Total (%)	3,5	3,2
Calorías/100g	100	70

Nota: Se puede apreciar la composición química y nutricional de la leche de búfala que al compararla con la de la vaca no tiene nada que envidiar en calidad y mayor rendimiento en derivados lácteos. (Botero & Mendoza, 2022)

Tabla 4. Rendimiento comparativo de la leche de búfala y vacuna

Producto	Requerimiento comparativo para 1		Diferencia porcentual %
	Kg. De producto		
	Búfala (litro)	Vaca (litro)	

Yogur	1,2	2	40
Mozzarella	5,5	8 a 10	39
Dulce de Leche	2,5	3,5	29
Manteca	15	20	25
Queso Provolone	7,43	8 a 10	20

Nota: Ventajas del rendimiento de la leche de búfala ante la de la vaca porcentaje diferencial en subproductos como lo son yogur, mozzarella, dulce de leche, manteca, queso provolone (Botero, & Mendoza, 2022).

2.2.4. Beneficios de la carne de búfala.

Los búfalos de agua también producen carne y ocupa a nivel mundial el cuarto lugar, aunque la carne de búfalos no ocupa los primeros lugares en producción, se sabe que posee beneficios nutricionales comprobadas a nivel científico. Se ha demostrado que la carne de búfalo posee más proteína que la de vacunos (26% frente a 24%), su nivel de grasa es inferior a sus pares (< al 1% frente a 3 – 10%), posee un 1,06% de minerales, Contiene menos ácidos grasos saturados, que son los precursores del colesterol malo (0,6 g vs. 8,13 g) (Agrotendenciatv, s.f).

Según (Cedres, et al. s.f) en su estudio concluyeron que la carne de búfalo presenta valores nutricionales similares a la carne de vacuno, pero tiene características distintas en cuanto a su contenido de grasa intramuscular, el cual es muy escaso por lo cual obtiene ventajas comparativas frente a la recomendación generalizada de reducir el consumo de grasas.

La carne de búfalo ha ganado importancia en los últimos años en su uso doméstico y potencial de exportación, su carne es comparable a la del vacuno en mucha de sus propiedades fisicoquímicas, nutricionales y funcionales, así como en sus atributos sensoriales; además su uso en el procesamiento esta aumentado debido a su mayor contenido de musculo y menos grasa lo cual lo lleva a poseer buenas propiedades aglutinantes y es útil en la fabricación de subproductos derivados (Rebak, et al. 2021).

Tabla 5. Componentes de la carne de búfalo Vs vacuno

Componente	Búfalo	Bovino	Diferencia
Caloría (kcal)	131	289	158
Proteína (N.6,25) *	26,83	24,07	2,76
Total, Lípidos (gr)	1,8	20,69	18,89
Ácidos Grasos			
Monosaturados (gr)	0,53	9,06	8,53
Poliinsaturados (gr)	0,36	0,77	0,41
Colesterol (mg)	61	90	29
Minerales UI*	641,8	583,7	58,1
Vitaminas*	20,95	18,52	2,43

Nota: En la tabla se puede apreciar la diferencia entre los componentes de la carne de bovino con la carne de búfalo (Botero, & Mendoza, 2022).

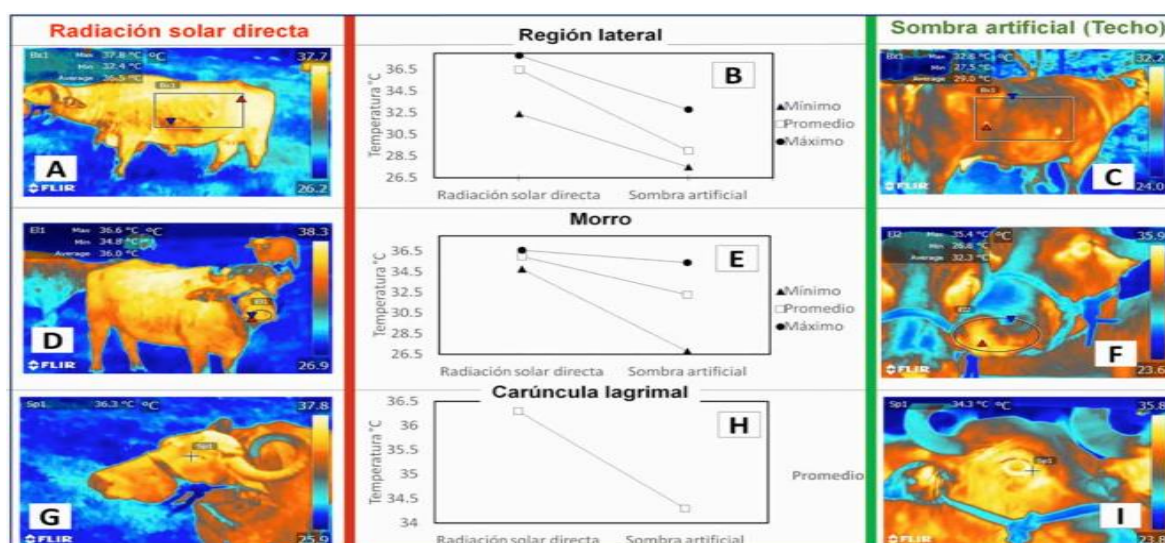
2.2.5. Adaptabilidad del búfalo.

El búfalo de agua se adapta bien a climas con altas temperaturas ambientales siempre y cuando puedan refrescarse en charcos de agua, sin embargo, cuando hay ausencia de ellos, los búfalos son altamente sensibles a los efectos de las altas temperaturas ambientales debido a que anátomo-fisiológicamente los búfalos presentan una escasa densidad de glándulas sudoríparas en la piel (De la Cruz, & Perez, 2022). Estos animales son sensibles al estrés por calor cuando la radiación de calor corporal absorbida es mayor que su disipación comprometiendo tanto la producción, reproducción, rendimiento y sobre todo el bienestar e inclusive en casos extremos la vida (De la Cruz, & Perez, 2022).

La adaptabilidad al calor es un carácter complejo que depende de la integridad de varios sistemas como el respiratorio, circulatorio, excretor, nervioso, endocrino y enzimático; la coordinación de todos estos sistemas para mantener el potencial productivo bajo estrés térmico es variable no solo entre especies sino también entre razas e incluso entre individuos dentro de una misma raza (Marai, et al. 2010).

Los búfalos tienen una amplia capacidad de adaptación, este animal se adapta a todo tipo de terrenos, desde los pantanos del Amazonas hasta Rusia y desde Australia hasta las cumbres nevadas de Nepal. Esta es una de las razones por las que la población de búfalos día a día. El búfalo consume todo tipo de pastos y ramonea más que el ganado vacuno, inclusive pueden comer debajo del agua (Almaguer Pérez, 2007).

Figura 2. Radiación solar en búfalos de agua



Nota: Comparación de los cambios micro circulatorios de diferentes ventanas térmicas en el búfalo de agua; en las diferentes imágenes se muestran los desbalances en la temperatura superficial dérmica detectados por medio de equipo de termografía infrarroja (IRT) en búfalos de agua bajo condiciones de radiación solar directa y bajo la sombra artificial en el trópico húmedo latinoamericano (De la Cruz, & Perez, 2022).

2.2.6. Brucelosis en los búfalos.

La brucelosis es una enfermedad transmisible que se considera de importancia socioeconómica y de salud pública y puede ser una barrera al comercio de animales y productos animales, afecta principalmente al ganado vacuno, bisontes, búfalos, ovejas, cabras, renos, caribúes, cerdos salvajes, alces, perros y ocasionalmente caballos; hay informes documentados de ratas, camellos, coyotes, bueyes almizcleros, antílopes africanos, gacelas, capibaras y varios mamíferos marinos con evidencia serológica y bacteriológica de brucelosis (Diptee, et al. 2005).

La infección por *Brucella* en bovinos y búfalos se caracteriza por una respuesta inflamatoria que afecta a las células del sistema reticuloendotelial y de la placenta durante la gestación, esto suele provocar la muerte y expulsión del feto entre el quinto y octavo mes de

gestación, durante el aborto se liberan grandes cantidades de *Brucella* que a su vez pueden causar la infección en otros animales de la manada (Montagnaro, et al. 2008).

La brucelosis bovina es un patógeno bacteriano intracelular facultativo Gram negativo, reconocida como una de las siete zoonosis desatendidas, poco detectadas y poco notificadas causadas por varias especies del género *Brucella*, que puede infectar a una variedad de mamíferos diferentes, incluidos humanos, ganado vacuno, ovejas, cabras, cerdos, roedores y mamíferos marinos (Shome, et al. 2020).

La membrana externa de la *Brucella* es rica en fosfatidilcolina, a diferencia de las enterobacterias relacionadas con ella, que son rica en fosfatidiletanolamina. el ingrediente más común y mejor estudiado es el lipopolisacárido, también conocido como endotoxina. Se distinguen tres regiones: el lípido A, que se inserta en la capa externa de la membrana, un oligosacárido intermedio llamado núcleo, y el polisacárido O (OPS) también conocido como cadena O, que está ausente o presente con pocos residuos en el LPS-R (Castro, et al. 2005).

En las novillas que abortan consecuentemente vamos a encontrar las bacterias de brucelosis en el útero, en la leche, en las glándulas mamarias y en los ganglios linfáticos asociados; también puede encontrarse que los terneros débiles hijos de novillas infectadas suelen nacer infectados (Godfroid, et al. 2013).

Brucella abortus es el agente etiológico de la brucelosis en el búfalo de agua doméstico (*B. bubalis*) esta enfermedad es un ejemplo en el que los estudios sobre el ganado, particularmente con respecto a la vacunación se han extrapolado al búfalo de agua sin una verificación adecuada (Diptee, et al. 2006).

La transmisión de *Brucella* puede ocurrir en humanos por inhalación, ingestión o por heridas y mucosas, después de la infección la bacterias viajan por los ganglios linfáticos y

luego pueden propagarse mediante macrófagos a otros órganos como el bazo, el hígado, la médula ósea e incluso los órganos reproductivos; las bacterias tienen la capacidad de resistir la respuesta inmune del cuerpo humano ya que su replicación ocurre principalmente dentro de los macrófagos y células no fagocíticas, dentro del torrente sanguíneo las bacterias se convierten en patógenos intracelulares, este tipo de proliferación puede causar enfermedades crónicas de brucelosis como la espondilitis, artritis, meningitis y endocarditis en humanos infectados (Al Jindan, 2021).

La brucelosis se transmite al hombre por contacto directo con el ganado (trabajadores de mataderos, ganaderos y veterinarios) o, más comúnmente, por la ingestión de leche o productos lácteos no pasteurizados (godfroid, et al. 2013). Los humanos pueden contaminarse a través del contacto directo con animales infectados, fetos abortados contaminados o por accidentes en el laboratorio. También por la ingestión de alimentos contaminados como productos lácteos no pasteurizados, o por la ingestión de productos inusuales como la sangre. Inhalación de aerosoles contaminados en canales o laboratorios. Vía conjuntival por contacto directo con la mano contaminada, cola de una vaca infectada. Autoinoculación al trabajar inadecuadamente con vacunas vivas (Paredes Vargas, 2012).

La vacuna viva RB51 es una cepa mutante rugosa genéticamente estable de *Brucella abortus* cepa suave 2308, derivada de pases seriados en agar tripticasa de soja con concentraciones variables de rifampicina, se ha demostrado que la vacuna RB51, es segura y eficaz contra el aborto y la infección en el ganado causada por *Brucella abortus* y bisonte americano (Diptee, et al. 2005).

En los rebaños bufalinos cuando se utilizan pruebas rutinarias de BPA y RB a veces suelen dar animales negativos pero hay que tener en cuenta que pueden existir animales que son reservorios y estos pueden estar liberando bacterias al medio ambiente contaminando suelos,

agua, pasturas, (Rosales-Zambrano, et al. 2015) menciona en su investigación que cuando ocurre al menos el 20% de negatividad en las pruebas convencionales es bueno emplear técnicas moleculares como alternativa como el uso de PCR en conjunto con la FPA pueden ser más eficientes para establecer un diagnóstico para brucelosis en la especie bufalina.

El diagnóstico clínico no es de mucha ayuda ya que no hay signos específicos. En general, el aborto ocurre en diferentes enfermedades, y se requieren pruebas de laboratorio para confirmar la presencia del agente etiológico. Las pruebas serológicas proporcionan evidencia indirecta de la infección por *Brucella* cuando se realizan de manera uniforme y se interpretan con criterio epidemiológico, son las herramientas de diagnóstico más prácticas. Estratégicamente se utilizan pruebas tamiz de alta sensibilidad y luego confirmatorias de menos sensibilidad, pero más especificidad (Manzur, et al. 2017).

Se han evaluado varios protocolos de tratamiento en animales productivos, pero ninguno de ellos ha demostrado ser 100% seguro, se ha descubierto que diferentes combinaciones de oxitetraciclina de acción prolongada, estreptomycin, isoniazida y rifampicina tiene cierto éxito, teniendo en cuenta la viabilidad económica de los animales; por lo tanto la pruebas y el sacrificio de animales reactivos todavía se consideran la medida de control más rentable cuando su prevalencia en el rebaño es inferior al 2% (Jamil, et al. 2017).

Algunos estudios han revelado que también pueden existir otras maneras de utilizar pruebas confirmatorias pero por altos costos en su realización muchas veces no son utilizados para diagnosticar la brucelosis en los búfalos, (Dadar, et al. 2023) mencionan que mediante métodos tanto directos como indirectos, el enfoque directo implica la detección de ácidos nucleicos mediante técnicas moleculares y cultivo bacteriano; la reacción en cadena de

polimerasa en tiempo real (PCR en tiempo real) se ha establecido como un método confiable con altos niveles de especificidad y sensibilidad para identificar directamente *Brucella* spp.

Mediante técnicas de biología molecular se ha observado que existe una homología del ADN mayor del 95% entre los miembros del género *Brucella* por este motivo se ha propuesto que todas las especies de *Brucella* se consideren como una única biovariedad de *B. melitensis* pero esta nueva denominación no ha tenido una amplia acogida; en la actualidad se están desarrollando técnicas de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) para la identificación de *Brucella* sp. (Rodríguez Zapata, et al. 2002).

En el diagnóstico serológico de la brucelosis bovina el BPA da buenos resultados y por consiguiente es muy accesible y rápida de realizar, según Játiva Cortez, 2018 podemos fiarnos de esta prueba tamiz ya que los valores de sensibilidad y especificidad en los ensayos utilizados para la detección de *B. abortus* por medio de la BPA se clasificó como alta entre las demás pruebas convencionales indicando una mejor precisión.

La prueba de fluorescencia polarizada FPA utiliza un extracto de polisacárido-O de la bacteria *B. abortus* conjugado con fluoresceína (Rosero, et al. 2018).

Finalmente podemos mencionar que los animales que suelen reaccionar a BPA es que en muchas ocasiones el animal ha adquirido títulos no específicos ya sea por vacunas o medicamentos aplicados (Díaz, et al. 2012) en su investigación corroboraron que en bovinas adultas seronegativas que recibieron vacunas formuladas en adyuvante oleoso contra el complejo respiratorio donde las pruebas realizadas con BPA y FPA no discriminaron las reacciones atípicas, también existen reportes de vacunas que contienen microorganismos Gram negativos en su composición por la semejanza que existe entre la estructura química de la cadena O de estas bacterias y *Brucella* lo cual es responsable de la mayoría de las reacciones cruzadas observadas en algunas ocasiones.

2.2.7. Legislación colombiana referente a brucelosis

Calle Laureano, (2009) en su tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario menciona que los métodos sugeridos por la OIE (organización mundial de la salud animal) para el estudio de la brucelosis bovina incluye el BPA, Rosa de Bengala (RB), Fijación del complemento (FC), ELISA-I, ELISA-C, y FPA, pero en la especie bufalina como pruebas tamices se utiliza la rosa de bengala y BPA y como pruebas confirmatoria ELISA-C Y FPA.

En Colombia, el 12 de marzo de 2013, el ICA emitió la resolución 001332. Esta resolución establece medidas sanitarias para el control, prevención y erradicación de la brucelosis bovina y bufalina en el país, y además establece la declaración obligatoria de esta enfermedad para su debido control (Resolución 001332, 2013). Esta resolución establece que solo los laboratorios aprobados por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) podrán realizar diagnósticos mediante la aplicación de las pruebas de serología de Rosa de Bengala, Fluorescencia Polarizada o ELISA-competitiva en la especie bufalina, según parámetros autorizados por el ICA. Como medida preventiva se proponen ciclos de vacunación obligatoria semestral contra la brucelosis bovina y bufalina con vacunas oficialmente registradas y aprobadas por el ICA (Resolución 001332, 2013).

Como medida de prevención y de control, el ICA ha establecido la vacunación obligatoria contra brucelosis bovina dos veces al año para todas las terneras y bucerras de 3 a 8 meses en el territorio nacional, con vacunas registradas y aprobadas por el ICA (cepa 19 y cepa RB51); la vacunación de machos de cualquier especie se prohíbe debido a que cepas vacúnales producen signos clínicos de la enfermedad como orquitis, epididimitis e hiperplasia nodular ganglionar (Calderon, et al. 2010).

Según Shome, et al. 2020 actualmente hay tres vacunas vivas contra *Brucella* disponibles comercialmente que son la *Brucella abortus* Cepa 19 (S19) *Brucella abortus* Cepa RB 51 (RB 51) *Brucella melitensis* Rev 1 (Rev 1); la S19 es la vacuna viva más utilizada para la prevención de la brucelosis en bovinos y búfalos; la dosis mínima especificada para la vacunación de las terneras es la administración subcutánea a los grupos de 3 a 6 meses de edad; en terneros machos no se aplica porque existe el riesgo de desarrollar orquitis.

Las vacunas más utilizadas para ganado son la cepa 19 y RB51. la cepa 19 es lisa adquiriendo la cepa O del lipopolisacárido (LPS); cuando los animales son inmunizados con esta cepa, se observan anticuerpos específicos contra los antígenos Ig G1, Ig G2 e Ig M. La RB51 es una cepa rugosa resistente a la Rifampicina, la inmunización con esta vacuna indica altos niveles de IFN- γ y su efectividad se debe a la gran liberación de linfocitos T. La diferenciación de los animales inmunizados se produce mediante la inducción de anticuerpos contra la cadena O del LPS. La dosis seleccionada de cada vacuna está directamente relacionada con la edad del animal (Ibarra, et al. 2023).

2.2.8. Fisiopatología de la brucelosis.

Tras la fagocitosis por macrófagos en las membranas mucosas, las cepas virulentas de *Brucella* son transportadas a los ganglios linfáticos lo que produce una bacteriemia transitoria. Estas bacterias pueden propagarse a otros tejidos como el bazo, ganglios linfáticos mamaros e ilíacos. Las bacterias pueden sobrevivir durante largos periodos de tiempo en el interior de las células fagocíticas. Los ganglios linfáticos sufren hiperplasia reticuloendotelial

y linfática en respuesta a la invasión, que puede tardar semanas en aparecer y persistir durante meses (Calle Laureano, 2009). La bacteriemia intermitente en animales sexualmente maduros provoca la diseminación y localización de microorganismos en los órganos del tracto reproductivo y glándulas asociadas. El eritritol es un alcohol polihídrico que actúa como un factor de crecimiento de *B. abortus* y se encuentra en altas concentraciones en la placenta del ganado bovino y bufalino. También se encuentra en órganos tales como la glándula mamaria y el epidídimo (Calle Laureano, 2009).

Los animales infectados son la principal fuente de propagación de bacterias, y las secreciones genitales o mamarias son el principal vehículo de contaminación. La *Brucella* tiene la capacidad de adherirse y penetrar la conjuntiva o piel lesionada humana, donde es fagocitada por neutrófilos polimorfonucleares (PMN) y por monocitos, sobreviviendo intracelularmente; de esta manera evaden los mecanismos de defensa celulares y humorales, asegurando un mecanismo de transporte dentro de los fagocitos y se disemina a diferentes órganos, Freer, & Castro-Arce, (2001). *Brucella* también puede inducir su propia internalización en células que no fagocitan activamente, como los fibroblastos y células epiteliales, una vez dentro de la célula, se asientan en el retículo endoplásmico donde permanecen y proliferan. La localización final es la placenta de animales preñados, produciendo concentraciones altas de bacteriemia lo cual conlleva a una placentitis grave infectando al feto y consecuente el aborto (Freer, & Castro-Arce, 2001).

Brucella abortus tiene la capacidad para invadir las células epiteliales, sobrevivir intracelularmente y prevenir la activación del sistema inmunológico innato del huésped; en *B. abortus* liso, la cadena O de LPS es esencial para la entrada bacteriana y la supervivencia intracelular, puede inhibir la apoptosis celular y tiene baja inmunogenicidad (Jamil T., et al 2017).

En el ganado vacuno, la infección suele producirse a través del sistema digestivo. Después de la ingestión, las bacterias son absorbidas por las células de las placas de Peyer, luego se propagan a los ganglios linfáticos regionales, donde se multiplican dentro de los macrófagos y se diseminan a otros tejidos a través del torrente sanguíneo, (Cárdenas Contrera, 2018). Hay tres etapas en el curso de la enfermedad: la **fase de incubación**, anterior a los síntomas clínicos evidentes; la **fase aguda**, el patógeno invade y se propaga dentro del tejido del huésped; y la **fase crónica**, puede eventualmente conducir a daño crónico (Cárdenas Contrera, 2018).

3. CAPÍTULO 3

3.1. Metodología

3.1.1. Local y animales de estudio.

La presente investigación, descriptiva de corte transversal, fue realizada dentro de las instalaciones de la Agropecuaria Bufasur donde se tiene programado dentro del componente genético-reproductivo una jornada de transferencia de embriones. Para esta práctica se seleccionó un lote de 30 búfalas de segundo parto en edad promedio de 4 a 7 años ($n=30$), con una condición corporal de 3.0 / 5.0 en promedio, las cuales, por medio de palpación rectal se diagnosticaron vacías. A estos animales se les realizó la prueba tamiz de Antígeno Bufferado de Placa con la finalidad de diagnosticar si había alguna que presentara reacción positiva a Brucelosis para así determinar que sean aptas para el programa de transferencia de embriones.

La práctica se realiza en una de las vaqueras de ordeño de la agropecuaria Bufasur llamada Santa Sofía, ya que este establecimiento cuenta con buena infraestructura en la cual se mantiene el cuidado del personal y del animal. Se trasladan las búfalas a la manga para inmovilizarlas para posterior proceder a la toma, identificación de las muestras sanguíneas.

3.1.2. Colecta de sangre y procesamiento por BPA y FPA.

Antes de proceder a la extracción de sangre, se lleva a cabo antisepsia de la zona con el objetivo de prevenir cualquier posible contaminación de las muestras. los sitios de preferencia fueron: la vena yugular y la vena safena. El procedimiento se ejecutó exitosamente en todas las vacas muestreadas, y cada muestra se colocó cuidadosamente en la gradilla de icopor. Posteriormente, las muestras fueron trasladadas al laboratorio Biosur y dejadas en una nevera para su procesamiento al día siguiente, cuando se llevaría a cabo la evaluación conjunta con el reactivo de Antígeno bufferado para Placa.

Al día siguiente, en el laboratorio, se inició a procesamiento de las muestras organizándolas en grupos de 10 tubos, para centrifugarlas. Posteriormente, fueron dispuestas cuidadosamente en una gradilla de icopor. Utilizando una micropipeta graduada a 80 microlitros, se extrajo una gota de suero, la cual se deposita en un ángulo de 45° en cada uno de los cuadros de la placa de vidrio del aglutinoscopio (10 en disposición horizontal y 4 en disposición vertical, totalizando 40 cuadros). A continuación, se graduó la pipeta 30 microlitros para extraer una gota del antígeno BPA y depositarla junto a la gota de suero. Luego, se procedió a homogenizar las muestras mediante movimientos circulares con la ayuda de un palillo plástico en forma circular. Posteriormente, se toma la placa de vidrio y se le dan giros circulares suavemente para homogenizarla por completo, luego se tapa el aglutinoscopio y se esperan 8 minutos y se hace la lectura encendiendo la luz del aglutinoscopio.

Por último, el suero fue remitido para un laboratorio de Salud Poblacional Bovina, C.A. (laboratorio de salud poblacional bovina/ sistema de vigilancia epidemiológica). En este

laboratorio, se llevó a cabo la confirmación mediante la prueba Fluorescencia Polarizada (FPA), arrojando como resultado una respuesta negativa.

3.1.3. Estadística de la investigación.

- ✓ Total, casos positivos: 1 búfala.
- ✓ Tamaño de la muestra: 30 Búfalas.

$$\text{Prevalencia} = \frac{\text{Número de casos positivos}}{\text{Tamaño total de la muestra}} \times 100.$$

$$\text{Prevalencia: } \frac{1}{30} \times 100 = \frac{1}{0,03} = 3,33 \, \%.$$

La media y desviación estándar según la condición corporal.

Grupo 1: condición corporal 3.5/5

- Numero de búfalas de este grupo: 5.
- Media: 0 (ya que no hay casos positivos en este grupo).
- Desviación estándar: 0.

Grupo 2: condición corporal 3.0/5.

- Numero de búfalas de este grupo: 25.
- Media: $\frac{\text{Números de casos positivos en este grupo}}{\text{tamaño del grupo}} \times 100.$
- Media: $\left(\frac{1}{25}\right) \times 100 = 4\%.$

- Desviación estándar: se puede calcular si hay más casos, de lo contrario, será 0.

Por lo tanto, en esta muestra de 30 búfalas, con una de ella reaccionando positivamente a la prueba BPA la prevalencia estimada de brucelosis sería aproximadamente del 3,33%. Este porcentaje indica la proporción de animales en la muestra que ha dado positivo para brucelosis, lo que puede ser útil para tener una idea de la magnitud de la enfermedad en la población.

4. CAPÍTULO 4

4.1. Resultados

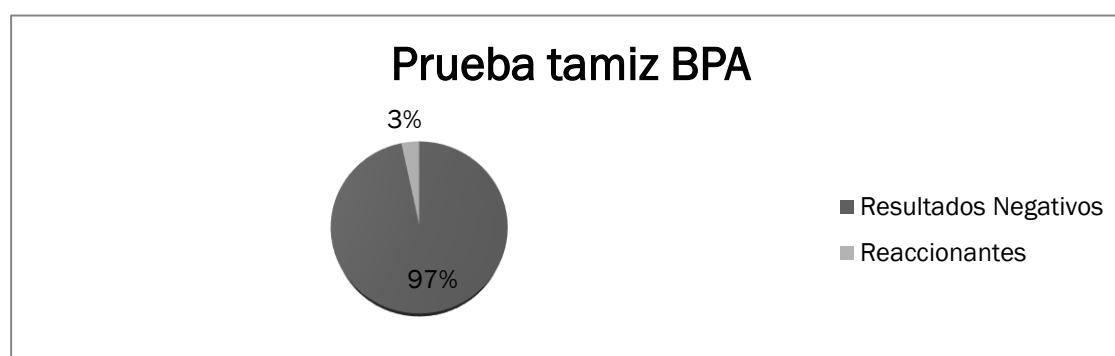
Tabla 6. *Resultado obtenido de la prueba tamiz con BPA.*

Número de la vaca	Condición Corporal	Diagnostico a la prueba BPA	Numero de tubo
012-252	3,0/5	Negativo	260
043-17	3,0/5	Negativo	249
08-1398	3,0/5	Negativo	246
10-1469	3,0/5	Negativo	289
10-1897	3,0/5	Negativo	256
11-1019	3,0/5	Negativo	287
12-161	3,5/5	Negativo	258
2548-12	3,5/5	Negativo	253
12-820B	3,5/5	Negativo	272
13-2042	3,0/5	Negativo	277
13-2249	3,5/5	Negativo	291
13-3781	3,0/5	Negativo	267
13-4243M	3,0/5	Negativo	280
14-698	3,0/5	Negativo	245
15-1462	3,5/5	Negativo	266
16-2743	3,0/5	Negativo	275
46245	3,0/5	Negativo	264
48191	3,0/5	Negativo	259
5348K	3,0/5	Negativo	299
8982B	3,0/5	Negativo	292
14-1231	3,0/5	Negativo	294
9660	3,0/5	Negativo	279
7808	3,0/5	Negativo	270
3764	3,0/5	Negativo	297
035-16	3,0/5	Negativo	252

13036B	3,0/5	Negativo	263
160-13	3,0/5	Negativo	257
47758	3,0/5	Reaccionante	290
54976	3,0/5	Negativo	281
17-753	3,0/5	Negativo	300

Nota: En la tabla se puede apreciar la identificación de cada una de las búfalas muestreadas, su condición corporal y su respectivo diagnóstico de la prueba tamiz BPA (Cisneros, 2023).

Figura 3. Porcentajes de la prueba tamiz BPA



Nota: En la siguiente figura se puede apreciar el porcentaje arrojado del total de animal muestreados equivalente a 30 búfalas muestreadas para un 100% de las cuales $(29/30) = 97\%$ salieron negativas a la prueba y tan solo $(1/30) = 3\%$ salieron positivas (Cisneros, 2023).

Figura 4. Prueba confirmatoria FPA.

SALUD POBLACIONAL BOVINA, CA																							
LABORATORIO DE SALUD POBLACIONAL BOVINA / SISTEMA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA																							
RESULTADOS BRUCELOSIS								FLUORESCENCIA POLARIZADA															
FECHA		21/05/2023			HORA			5:00PM			TEMP AMBIENTE			22,8°C									
CALIBRACION CONTROL NEGATIVO: PROMEDIO					73,5			ESPECIE			BUFALOS												
OBJETO DEL EXAMEN:					Confirmación ☐ Cuarentena ☐ S/clínicos ☐ Barrido ☐ Compra/Venta ☐ Vigilancia ☐ Otro ☐																		
PRUEBA:		DIAGN. BRUCELOSIS UNIÓN PRIMARIA						CONTROL NEGATIVO:				CONTROL POSITIVO:											
								71,1				198,2											
PROPIETARIO		FINCA			ESTADO			MUNICIPIO			PARROQUIA			Médico Veterinario									
BUFASUR		SAN ANDRES			ZULIA			COLON			SANTA CRZ			JOSE JIMENEZ									
TÉCNICO:		ajsv			LOTE:			ELLIE serie 197			VENGE: 31-08-2023			LUGAR:		CC EL SAVIO OFIC 11							
CRITERIOS DE VALIDACION:																							
CONTROL NEG:		65,0 - 80,0mP				CONTROL POS:		>120mP				FACTOR G: (0,900-1,100)				1,010							
N	ANIMAL	mP	Δ	interp	N	ANIMAL	mP	Δ	interp	N	ANIMAL	mP	Δ	interp	N	ANIMAL	mP	Δ	interp				
1	343	79,4	2,9	NEG	2	460	71,1	-5,4	NEG	EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE POR LA TOMA DE MUESTRAS. LOS RESULTADOS ESTÁN REFERIDOS UNICAMENTE A LA IDENTIFICACIÓN CONSIGNADA.					EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE POR LA TOMA DE MUESTRAS. LOS RESULTADOS ESTÁN REFERIDOS UNICAMENTE A LA IDENTIFICACIÓN CONSIGNADA.								
2	382	81,7	5,2	NEG	3	2557	67,5	-9,0	NEG														
3	8259	76,0	-0,5	NEG	4	03410	89,2	12,7	NEG														
4	9147	71,4	-5,1	NEG	5	4240	71,8	-4,7	NEG														
5	47758	81,5	5,0	NEG	6	8336	74,1	-2,4	NEG														
LEANDRO SALAS (05)					7	09087	73,8	-2,7	NEG														

Nota: Resultado obtenido del laboratorio de la prueba confirmatorio fluorescencia polarizada (FPA)

(Salud Poblacional Bovina CA, 2023).

De todas las búfalas muestreadas la única que salió reaccionante fue la 47758 con número de tubo 290, el suero de esta búfala cuando se homogenizó con el antígeno BPA reaccionó haciendo la formación de grumos como se puede apreciar en la imagen.

Figura 5. *Reacción del suero con el antígeno BPA.*



Nota: A la izquierda se observa frascos con el cultivo inactivado de *B. abortus* y a la derecha se observan tres sueros con aglutinación o reacción positiva. (Merlo, s.f.)

Para hacer confirmación de que este animal reaccionante a BPA se envió para realizar la prueba de fluorescencia polarizada FPA a un laboratorio en el municipio de Colón y como resultado se obtuvo negativo a *Brucella*.

4.2. Discusión.

Teniendo en cuenta la recopilación de datos obtenidos de la revisión de literatura y los resultados encontrados, podemos interpretar que la prueba tamiz BPA se considera muy efectiva a la hora de muestrear animales y así llegar a resultados con mayor rapidez a nivel de campo por su alta sensibilidad y especificidad, para posteriormente esos resultados ser confirmados por medio de pruebas de laboratorio como la FPA y ELISA-C en laboratorios autorizados, lo cual nos confirmará realmente cuales son los animales positivos a *B. abortus* de los reaccionantes a la prueba tamiz BPA, y en esos casos proceder a la eliminación de estos animales del predio.

La brucelosis es una zoonosis extendida a nivel mundial que afecta gravemente a los ganaderos reflejándose en pérdidas económicas significativas bien sea por la falta de conocimiento o por no llevar un plan sanitario como debería ser. Esta enfermedad afecta muchos animales domésticos y salvajes como lo menciona (Blasco, et al. 2023), la brucelosis bovina es causada principalmente por *Brucella abortus* una especie que puede infectar a búfalos de agua, yaks, camellos y con menos frecuencia, perros, pequeños rumiantes, caballos, cerdos, renos y algunos animales salvajes; al ser una enfermedad zoonótica en los seres humanos es una enfermedad muy peligrosa porque en muchas ocasiones no suele ser detectada a tiempo, las personas suelen presentar fiebres muy altas recurrentes y debilitándolas, (Blasco, et al. 2023) en su estudio menciona que esta enfermedad es grave y debilitante que para su tratamiento requiere una antibioterapia combinada prolongada que si no se trata puede producir secuelas incapacitantes y la muerte; en consecuencia el control y eventual erradicación de la brucelosis en rumiantes domésticos mejorara la producción animal y minimizará su impacto zoonótico.

La prueba con el antígeno bufferado para placa es muy utilizada en campo cuando se van a realizar muestreos a lotes grandes ya que es de muy fácil acceso para los médicos veterinarios en Venezuela y de muy rápida reacción y poder obtener resultados en un corto tiempo de modo que (Manzur, et al. 2017) menciona que el antígeno BPA puede dar reacción positiva antes que las pruebas estándares de seroaglutinación hayan alcanzado los títulos correspondientes a clasificación de reaccionante positivo, lo que probablemente se debe a niveles adecuados de Ig G1 que reaccionan con el antígeno bufferado antes que la totalidad de anticuerpos (Ig M e Ig G2) logren títulos referenciales como diagnósticos en otras pruebas convencionales.

Esta prueba tamiz de aglutinación en placa se basa en la inhibición de las aglutininas inespecíficas a un pH bajo y detecta específicamente anticuerpos de Ig G y algunos Ig M. en el caso de que se confirme la presencia de grumos, incluso si son finos (para evitar confusiones con aglutinaciones inespecíficas producidos por impurezas, hemolisis, etc.), se recomienda realizar pruebas confirmatorias. En cambio, cuando la mezcla suero-antígeno presenta una turbidez homogénea y carece de grumos, estas muestras se informan como negativas y no es necesario llevar a cabo pruebas adicionales (Nicola, et al. 2019).

La Prueba BPA en algunas ocasiones puede producir falsos positivos por ser una prueba altamente sensible y en algunas ocasiones puede reaccionar con anticuerpos que perduran en el animal después de la vacuna como se pudo encontrar en los 30 animales muestreados ya que una salió reaccionante y al hacer la prueba confirmatoria se encontró que el animal era negativo a brucelosis y lo podemos contrastar con lo mencionado por (Castro, et al. 2005) que cuando se emplean métodos serológicos de diagnóstico, es esencial tener en cuenta la posibilidad de reactividad cruzada y el predominio del tipo de anticuerpo en cada fase del proceso. Durante la fase aguda, se generan anticuerpos aglutinantes, y la secuencia de producción de los diversos isotipos de inmunoglobulinas varía según la especie del

hospedador. Los niveles de Ig M e Ig A disminuirán gradualmente hasta volverse negativos antes de los seis meses, mientras que la Ig G podrá permanecer detectable durante dos o tres años.

La prueba de BPA suele dar falsos positivos porque es una prueba muy sensible y a la mínima que tiene contacto con alguna Ig suele reaccionar por tal motivo no se utiliza el resultado de la BPA como diagnóstico definitivo si no que debemos realizar otra prueba confirmatoria o de confirmación ya sea ELISA-C o FPA; según (Rosero, et al. 2018), la prueba está prescrita por la OIE como diagnóstico confirmatorio de la brucelosis bovina a nivel internacional; sin embargo, esta es una prueba que a pesar de ser altamente específica tiene el inconveniente de que requiere una serie de equipos, reactivos y experticia técnica.

El BPA se usa en el diagnóstico presuntivo de la brucelosis bovina. La prueba califica a los animales como negativos y reaccionantes, los reaccionantes los presenta con formación de grumos de aglutinación; según las recomendaciones de SENASA (Servicio Nacional De Sanidad Y Calidad Agroalimentaria) el método resulta útil para ser empleado en el diagnóstico para la vigilancia epidemiológica de brucelosis en el ganado, en la ejecución de esta prueba se necesita una gota de suero y una gota del antígeno mezclándose las dos juntas.

Según el (Manual Terrestre OIE, 2022) menciona que la prueba BPA es muy sensible especialmente para detección de anticuerpos inducidos por la vacuna, y las muestras positivas deben volver a analizarse con pruebas confirmativas o complementarias. Pueden producirse falsos negativos debido a los fenómenos prozona (el efecto prozona es un fenómeno que se observa en las reacciones antígeno-anticuerpo debido a una elevada concentración de anticuerpo en la muestra, al realizar una reacción de aglutinación se saturan los sitios de unión con los antígenos no observándose reacción), que se le eliminan diluyendo el suero o analizando nuevamente después de cierto tiempo; por este motivo se concluyó que la prueba

tamiz con el Antígeno Bufferado para Placa en búfalas en la estación Agraria Bufasur que no todos los animales reaccionantes suelen tener brucelosis si no que toca enviar el suero a laboratorio para ser confirmado por medio de la Fluorescencia Polarizada (FPA) en el estudio el animal reaccionante a la BPA en la prueba de confirmatoria resulto ser negativo a brucelosis.

Para comprender por qué la prueba BPA suele dar muchos falsos positivos hay que primero entender el significado de la especificidad y la sensibilidad que tiene la prueba para reaccionar y arrojar un resultado, (Sanmartino, et al. 2007) contrastan los dos elementos poco conocidos y frecuentemente muy poco recordados, la sensibilidad y la especificidad; se entiende por sensibilidad de una prueba se refiere a la medida de su capacidad para identificar animales infectados con el agente etiológico específico “Brucella”. En cuanto a la especificidad, evaluamos su capacidad para detectar la mayor cantidad de infecciones y la menor cantidad de falsos positivos. La efectividad de una prueba diagnóstica está vinculada a su sensibilidad y especificidad, parámetros que indican la proporción de falsos negativos, y de falsos positivos, respectivamente.

La complicación con la brucelosis reside en que los nacimientos de madres infectadas irremediablemente resultan inevitablemente contagiados con la infección. Este contagio puede ocurrir de diversas formas: durante el parto, cuando el becerro recién nacido atraviesa el canal del parto; al alimentarse con el calostro infectado de la madre; o mediante el contacto con otras vacas infectadas. La preocupación central de esta situación radica en que los terneros que retienen la infección no son detectables mediante pruebas serológicas de diagnóstico. Además, en la primera gestación del animal infectado, este termina abortando su cría (Villegas Maestre, s.f).

Entre las enfermedades que afectan a la producción la brucelosis constituye una de las más importantes por el gran impacto económico que tiene sobre los índices de productividad en los hatos bufalinos, se describe una serie de factores de riesgo asociados a la presencia de brucelosis en los rodeos de animales domésticos que se comportan de tal modo por favorecer el ingreso y la permanencia de la enfermedad en una población (Martínez, et al. 2018). Entre ellos se puede citar la incorporación de animales a los cuales se les desconoce la situación epizootiológica aumentando el riesgo de infección en relación directa; la convivencia entre especies tanto domésticas como salvajes pueden comportarse como reservorios; entre ellos los perros como diseminadores de la enfermedad ya que, al momento de ingerir placentas y fetos nacidos de hembras con brucelosis, pueden ser reservorios del germen en sus propios tejidos (Martínez, et al. 2018).

Tabla 7. Vacuna S19 Vs RB51

S19	RB51
Cepa lisa	Cepa rugosa, más atenuada que S19
Posee la cadena O en su LPS	No posee la cadena O en su LPS
Genera anticuerpos que interfieren en las pruebas diagnósticas, impidiendo diferenciar entre un animal vacunado y otro enfermo.	Los anticuerpos que genera no interfieren en las pruebas diagnósticas.
Administrada en vacas en gestación puede provocar abortos en el 1,4% de los casos.	En vacas gestantes provoca abortos en el 0,1% de los casos.

Nota: Características diferenciales entre cada una de las cepas bacterianas más comúnmente utilizadas en la vacunación. (Castro, et al. 2005); son las vacunas que están estipuladas como las más recomendadas para la vacunación tanto en búfalos como en bovinos en edades de 3 a 8 meses en terneros y búcaras.

En cuanto a los butoros que se tiene en la finca no es necesario estar muestreando porque se hace cambio cada cierto tiempo para que evitar la consanguinidad y en cuanto a la transmisión de *Brucella* por monta natural muy poco se ha visto o presentado algunos estudios como el de (Vega Medellin, 2006) que da a conocer mediante su tesis que la vía genital puede ser importante solo si se realiza inseminación artificial con semen infectado, de lo contrario la brucelosis bovina no es una enfermedad venérea; el semen de un toro infectado puede contener grandes cantidades pero sin embargo no contagia a la vaca, la razón es que la acidez de la vagina contribuye a destruir a las brucelas.

5. CAPÍTULO 5

5.1. Conclusiones.

La importancia que tiene la brucelosis no es tanto a la infertilidad de los animales y los abortos ocurridos o las pérdidas económicas, la principal razón que debemos tener es la repercusión a nivel zoonótico que causa dicha enfermedad en la salud pública dado que se transmite de los animales al hombre, hay que pensar en proteger nuestra familia y nosotros mismos como médicos ya que estamos en constante contacto directo con ellos en palpaciones rectales, partos distócicos, y también el personal que en la finca trabaja en las vaqueras de ordeño.

Con este trabajo puedo concluir que es importante hacer la prueba tamiz BPA porque tiene una alta especificidad y sensibilidad lo cual la hace más rápida a nivel de campo, cuando se procesan cantidades significativas de muestras sanguíneas en búfalas, esto ayuda a la prevención de grandes pérdidas económicas por la detección de animales reacciones a tiempo y así poder instaurar protocolos de saneamiento lo antes posible.

Se puede destacar que la segunda prueba confirmatoria para brucelosis por medio de la FPA es importante ya que en algunas ocasiones la realización de la prueba tamiz BPA por ser altamente sensible suele reaccionar y generarnos algunos falsos positivos, de esta manera nos permite descartar animales con más seguridad.

En la actualidad hay muchas pruebas las cuales nos pueden arrojar resultados de diagnóstico presuntivo estipulados por entidades de control oficial para brucelosis; donde los veterinarios de ejercicio libre cuentan con pruebas tamices a nivel del campo BPA, Rosa de

Bengala (RB), y como pruebas de confirmación la FPA (fluorescencia polarizada), ELISA-C, Prueba Lenta en Tubo, Prueba 2-Mercaptoetanol, Fijación del complemento y PCR; encontrándose que la más usada en la zona de santabárbara de Zulía como diagnostico confirmatorio la FPA.

La brucelosis es una de las grandes limitantes para el desarrollo de nuestra ganadería bufalina y bovina ya que representa una amenaza real tipo zoonótica para la salud pública.

5.2. Recomendaciones.

Realizar jornadas de capacitación sobre el bienestar animal a los diferentes trabajadores de la granja que están en constante interacción con los animales: jefes de ganadería, personal de traslado y movimiento de ganado (sabaneros), ordeñadores.

Hacer mejoramiento de las instalaciones de las vaqueras ya que algunas se están deteriorando como las puertas de entrada a los ordeños mecánicos, lo que conlleva a tanto los operarios o los animales puedan sufrir heridas por cortes de la tubería oxidada.

Dedicar una maquinaria (un tractor con un rolo) específica para adecuar mejor los potreros dedicados a las búfalas que están ordeño, ya que la malva está muy alta y cubre todos los pastos conllevando a que acaben las pasturas y las búfalas no tengan buena alimentación y por consiguiente baja su producción láctea.

5.3. Referencias Bibliográficas.

Abouelela, Y. S., Yasin, N. A. E., el karmoty, A. F., Khattab, M. A., El-Shahat, K. H., & Abdelnaby, E. A. (2021). Ovarian, uterine and luteal hemodynamic variations between pregnant and non-pregnant pluriparous Egyptian buffalos with special reference to their anatomical and histological features. *Theriogenology*, 173, 173–182.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.06.022>

Agrotendencia.tv. (s/f). Recuperado el 29 de octubre de 2023, de <https://agrotendencia.tv/agropedia/ganaderia/bufalo-cria-y-manejo/#Referencias> Consultadas

Al Jindan, R. (2021). Scenario of pathogenesis and socioeconomic burden of human brucellosis in Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(1), 272–279.

<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.09.059>

Almaguer Pérez, Y., (2007). El búfalo, una opción de la ganadería. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, VIII (8) ,1-23. Fecha de Consulta 20 de octubre de 2023.

Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63612734014>

Blasco, J. M., Moreno, E., Muñoz, P. M., Conde-Álvarez, R., & Moriyón, I. (2023). A review of three decades of use of the cattle brucellosis rough vaccine *Brucella abortus* RB51: myths and facts. *BMC Veterinary Research*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12917-023-03773-3>

Borriello, G., Capparelli, R., Bianco, M., Fenizia, D., Alfano, F., Capuano, F., Ercolini, D., Parisi, A., Roperto, S., & Iannelli, D. (2006). Genetic Resistance to *Brucella abortus* in the Water Buffalo (*Bubalus bubalis*). *Infection and Immunity*, 74(4), 2115–2120. <https://doi.org/10.1128/IAI.74.4.2115-2120.2006>

Botero R., & Mendoza G., (2022). El búfalo de agua (*Bubalus bubalis*), otra opción ganadera para América tropical. *Engormix*. Recuperado el 22 de octubre del 2023 de:

https://www.engormix.com/lecheria/manejo-bufalos/bufalo-agua-bubalus-bubalis_a51224/

Calderon A., Tique V., Ensuncho C. F., & Rodriguez V. (2010). Seroprevalencia de *Brucella abortus* en búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) en el municipio de Lorica Córdoba. *Rev. U. D. C. A Actualidad y Divulgación Científica*. 13 (2), 125-132.

<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v13n2/v13n2a15.pdf>

Calle Laureano J., P., (2009). Control y erradicación de *Brucella abortus* en establos lecheros. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina Veterinaria*. Tomado de:

https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/747/Calle_lj.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Capparelli, R., Alfano, F., Amoroso, M. G., Borriello, G., Fenizia, D., Bianco, A., Roperto, S., Roperto, F., & Iannelli, D. (2007). Protective Effect of the Nramp1 BB Genotype against *Brucella abortus* in the Water Buffalo (*Bubalus bubalis*). *Infection and Immunity*, 75(2), 988–996. <https://doi.org/10.1128/IAI.00948-06>

Cardenas Contrera Z. L., (2018). La brucelosis bovina y sus factores de riesgo: evaluación a nivel mundial y en Colombia. *Universitat Autònoma de Barcelona*, 227 pag. Recuperado el 29 de septiembre de 2023, de: <https://ddd.uab.cat/record/189616>

Carrazzoni, J. A. (1993). El búfalo: su importancia para el futuro. Recuperado el 10 de octubre de 2023, de:

[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/30210/Documento_completo.pdf?sequence=](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/30210/Documento_completo.pdf?sequence=1)

Castro H. A., Gonzales S. R., & Prat M. I., (2005). Brucelosis: una revisión práctica. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*. 39(2), 203-216.

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0325-29572005000200008&script=sci_arttext

Cedres J., Crudeli G., Patiño E., Rebak g., Bernardi A., Rivas P., & Barrientos G. (s.f). Composición química y características físicas de la carne de búfalos criados en forma extensiva en la provincia de Formosa. *Facultad de Cs. Veterinaria – UNNE*. Tomado de:

https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/11-composicion_carne.pdf

da Silva, J. B., Rangel, C. P., da Fonseca, A. H., de Moraes, E., Vinhote, W. M. S., da Silva Lima, D. H., da Silva e Silva, N., & Barbosa, J. D. (2014). Serological survey and risk factors for brucellosis in water buffaloes in the state of Pará, Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 46(2), 385–389. <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0501-5>

Dadar, M., Bahreinipour, A., Alamian, S., Yousefi, A. R., Amiri, K., & Abnaroodheleh, F. (2023). Serological, cultural, and molecular analysis of *Brucella* from Buffalo milk in various regions of Iran. *Veterinary Research Communications*. <https://doi.org/10.1007/s11259-023-10228-5>

De la Cruz L., & Perez E. (2022). Termografía infrarroja en la detección oportuna de problemas de salud en rumiantes. *BM editores*, 11-17.

Díaz A.G., Soto P., & Estein S.M.. (2012). Estudio de la interferencia serológica en el diagnóstico de la brucelosis bovina en el modelo murino. *InVet*, 14(1), 69-77. Recuperado en 31 de octubre de 2023, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-34982012000100008&lng=es&tlng=es

Diptee, M. D., Adesiyun, A. A., Asgarali, Z., Campbell, M., & Adone, R. (2006). Serologic responses, biosafety and clearance of four dosages of *Brucella abortus* strain RB51 in 6–10 months old water buffalo (*Bubalus bubalis*). *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 109(1–2), 43–55. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2005.07.020>

Diptee, M. D., Adesiyun, A. A., Asgarali, Z., Campbell, M., & Fosgate, G. T. (2005). Evaluation of cell-mediated immune responses and bacterial clearance in 6–10 months old water buffalo (*Bubalus bubalis*) experimentally vaccinated with four dosages of commercial *Brucella abortus* strain RB51 vaccine. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 106(3–4), 209–220. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2005.02.023>

FAO (2020). FAOSAT. Datos. Ganadería. Recuperado el 18 septiembre de 2023, de: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QA>.

Fosgate, G. T., Diptee, M. D., Ramnanan, A., & Adesiyun, A. A. (2011). Brucellosis in domestic water buffalo (*Bubalus bubalis*) of Trinidad and Tobago with comparative epidemiology to cattle. *Tropical Animal Health and Production*, 43(8), 1479–1486. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9846-9>

Freer E., & Castro-Arce R., (2001). *Brucella*: una bacteria virulenta carente de los factores de virulencia clásicos. *Revista Costarricense de Ciencias Médicas*, 22(1-2), 73-82. Tomado de: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-29482001000100008

Gama Pantoja, L. S., Amante, E. R., Manoel da Cruz Rodrigues, A., & Meller da Silva, L. H. (2022). World scenario for the valorization of byproducts of buffalo milk production chain. *Journal of Cleaner Production*, 364, 132605. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132605>

Godfroid, J., al Dahouk, S., Pappas, G., Roth, F., Matope, G., Muma, J., Marcotty, T., Pfeiffer, D., & Skjerve, E. (2013). A “One Health” surveillance and control of brucellosis in developing countries: Moving away from improvisation. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 36(3), 241–248.
<https://doi.org/10.1016/j.cimid.2012.09.001>

Goodwin, Z. I., & Pascual, D. W. (2016). Brucellosis vaccines for livestock. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 181, 51–58.
<https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2016.03.011>

Ibarra E., Lina M., & Mora M. L., (2023). Enfoque fisiopatológico de la *Brucella abortus* bovis Pathophysiological approach to *Brucella abortus* bovis. *Universidad Cooperativa de Colombia programa de Medicina Veterinaria y zootecnia*. Ibagué –Tolima (Colombia). Recuperado el 15 octubre de 2023, de:
<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/74f68584-98c7-4098-a47a-89228abe2270/content>

Ibarra Rosero E. M., Benavidez Rosales H. R., Játiva Cortez D. N., Gonzales Chavisnan P.H., & Fuertes Cevallos Y. L. (2018). Evaluación comparativa de la prueba de fluorescencia polarizada como diagnostico confirmatorio de la brucelosis bovina en la provincia del Carchi, Ecuador. *Tropicultura*, 36 (4), 733-740. Recuperado el 20 de octubre de 2023, de: <https://popups.uliege.be/2295-8010/index.php?id=460&file=1>

Jamil, T., Melzer, F., Njeru, J., El-Adawy, H., Neubauer, H., & Wareth, G. (2017). *Brucella abortus*: Current Research and Future Trends. *Current Clinical Microbiology Reports*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s40588-017-0052-z>

Játiva Cortez D. N. (2018). Validación de dos pruebas serológicas tamiz para el diagnóstico de Brucelosis bovina (*Brucella abortus*) en animales vacunados con cepa 19 en la provincia del Carchi. *Universidad Politécnica Estatal Del Carchi*. Recuperado el 31 de octubre de 2023, de:

<http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/604/1/TESIS%20DAGMAR%20JATIVA.pdf>

Kin M. S., Giménez, H., & Fort, M. C., (2018). La técnica de polarización fluorescente para el diagnóstico de *Brucella* en *Chaetophractus villosus*. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 52(1), 61-64.

[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572018000100009&lng=es&tlng=.](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572018000100009&lng=es&tlng=)

Konrad, J. L., Campero, L. M., Caspe, G. S., Brihuega, B., Draghi, G., Moore, D. P., Crudeli, G. A., Venturini, M. C., & Campero, C. M. (2013). Detection of antibodies against *Brucella abortus*, *Leptospira* spp., and Apicomplexa protozoa in water buffaloes in the Northeast of Argentina. *Tropical Animal Health and Production*, 45(8), 1751–1756.

<https://doi.org/10.1007/s11250-013-0427-y>

Lázaro, S. F., Tonhati, H., Oliveira, H. R., Silva, A. A., Scalez, D. C. B., Nascimento, A. v., Santos, D. J. A., Stefani, G., Carvalho, I. S., Sandoval, A. F., & Brito, L. F. (2023). Genetic parameters and genome-wide association studies for mozzarella and milk production traits, lactation length, and lactation persistency in Murrah buffaloes. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23284>

Manual Terrestre OIE. (2022). Brucelosis (infección por *Brucella abortus*, *B. melitensis* y *B. suis*). Recuperado el 23 de octubre de 2023, de Manual Terrestre OIE:

https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.01.04_BRUCELL.pdf

Manzur D., Reyes M., Soca M., & Fajardo L., (2017). Evaluación de un antígeno de *Brucella abortus* para aglutinación en placa como prueba tamiz en el diagnóstico de la brucelosis bovina. *Vaccimonitor*, 26(3), 81-87.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-028X2017000300002

Marai, I. F. M., & Haebe, A. A. M. (2010). Buffalo's biological functions as affected by heat stress — A review. *Livestock Science*, 127(2–3), 89–109.

<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.08.001>

Marianelli, C., Martucciello, A., Tarantino, M., Vecchio, R., Iovane, G., & Galiero, G. (2008). Evaluation of Molecular Methods for the Detection of *Brucella* Species in Water Buffalo Milk. *Journal of Dairy Science*, 91(10), 3779–3786.

<https://doi.org/10.3168/jds.2008-1233>

Martinez, D. E., Cipolini, M. F., Storani, C. A., Russo, A. M., & Martinez, E. I. (2018). Brucellosis: prevalencia y factores de riesgo asociados en bovinos, bubalinos, caprinos y ovinos de Formosa, Argentina. *Revista Veterinaria*, 29(1), 40.

<https://doi.org/10.30972/vet.2912789>

Merlo C. C., (s.f). Actualización en las técnicas de laboratorio y en la toma de muestras empleadas para el diagnóstico de brucelosis caprina. *Universidad Nacional de la Plata*. Recuperado el 23 de octubre de 2023, de:

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/125668/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Montagnaro, S., Longo, M., Mallardo, K., Pisanelli, G., de Martino, L., Fusco, G., Baldi, L., Pagnini, U., & Iovane, G. (2008). Evaluation of a fluorescence polarization assay for the detection of serum antibodies to *Brucella abortus* in water buffalo (*Bubalus bubalis*).

Veterinary Immunology and Immunopathology, 125(1–2), 135–142.

<https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2008.05.017>

Muñoz, P. M., Blasco, J.-M., & Garin-Bastuji, B. (2022). *Brucella* spp. In *Encyclopedia of Dairy Sciences* (pp. 401–418). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00983-5>

Naveena, B. M., Kiran, M., Banerjee, R., & Muthukumar, M. (2022). Water buffalo. In *Reference Module in Food Science*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85125-1.00078-8>

Nicola, A. M., Elena S., Franco, M. (2019). BRUCELOSIS: Manual De Diagnóstico Serológico (*B. abortus*, *B. melitensis*, *B. suis*). SENASA Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Recuperado el 10 de octubre de 2023, de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_tecnicas_serologicas-2019-v4_brucelosis.pdf

Paredes Vargas S. R. (2012). Determinar la prevalencia de brucelosis bovina y factores de riesgo en la parroquia alluriquin, recinto cristal de leila. *Escuela Politécnica del Ejército Departamento de Ciencias de la Vida, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Santo Domingo*. Recuperado el 19 de octubre de 2023, de: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5566/1/T-ESPE-IASA%20II%20-%20002457.pdf>

Rébak, G. I., Obregón, G. R., Obregón, J. B., Gómez, D. M., & Pino, M. S. (2021). Características químicas de la carne de búfalos en un sistema de alimentación de autoconsumo. *Revista Veterinaria*, 32(1), 54. <https://doi.org/10.30972/vet.3215635>

Resolución 0001332 del 12 de marzo de 2013, por medio de la cual se actualizan las medidas sanitarias para la prevención, el control y la erradicación de la brucelosis en las especies bovina y bufalina en Colombia. Recuperado el 20 de octubre de 2023, de:

<https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-ica/resoluciones-oficinas-nacionales/resoluciones-derogadas/resol-1332-de-2013.aspx>

Rodríguez Zapata, M., Solera Santos, J., Sánchez Martínez, L., Solís García del Pozo, J., & Álvarez-Mon Soto, M. (2002). Brucelosis. Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado, 8(65), 3455–3463. [https://doi.org/10.1016/S0304-5412\(02\)70644-6](https://doi.org/10.1016/S0304-5412(02)70644-6)

Rofrano, G., Esposito, M., Pizzolante, A., Miniero, R., Danese, A., Signorelli, D., D'Auria, L. J., Gallo, A., Stasio, A. di, Gallo, P., Cerino, P., & Brambilla, G. (2023). Inorganic elements profiling in milk from buffalo farms of the Campania Region (Italy). *Journal of Trace Elements and Minerals*, 3, 100046.

<https://doi.org/10.1016/j.jtemin.2023.100046>

Rosales-Zambrano D., Lugo Á., Andueza F., López-Merino A., Morales-Estrada A., & Bolívar A. M. (2015). Serological and molecular investigation of *Brucella* sp. in a dairy buffalo herd at the south basin of Lake Maracaibo. *Revista de Salud Animal*, 37(2), 112-117. Recuperado en 31 de octubre de 2023, de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X20150002000006&lng=es&tlng=en

Rosero I., Rosales B., Cortez j., Chavisnan G., & Cevallos F., (2018). Evaluación comparativa de la prueba de fluorescencia polarizada como diagnostico confirmatorio de la brucelosis bovina en la provincia del Carchi, Ecuador. *Tropicultura*. 36, 4, 733 – 740.

<https://popups.uliege.be/2295-8010/index.php?id=460&file=1#:~:text=La%20prueba%20de%20fluorescencia%20polarizad>

[a%20\(FPA\)%20es%20una%20prueba%20homog%C3%A9nea,que%20utiliza%20una%20mol%20C3%A9cula%20reveladora%20](#)

Sanmartino, L., Schust, M., Piazza, E., Salustio, E., & Conde, S. (2007). Diagnostic of animal brucellosis. Implementation of new technologies. *Archivos Latinoamericanos De Producción Animal*, 15(5). https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/view/2710

Sert, D., Mercan, E., & Kılınç, M. (2022). Powder flow behaviour, functional characteristics and microstructure of whole milk powder produced from cow and buffalo milk mixtures. *International Dairy Journal*, 135, 105474. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2022.105474>

Shome, R., Kilari, S., Sahare, A., Kalleshmurthy, T., Heballi Niranjanamurthy, H., Ranjan Shome, B., Hiremath, J., Misri, J., & Rahman, H. (2020). Evaluation of the immune responses against reduced doses of *Brucella abortus* S19 (calfhood) vaccine in water buffaloes (*Bubalus bubalis*), India. *Vaccine*, 38(45), 7070–7078. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2020.09.010>

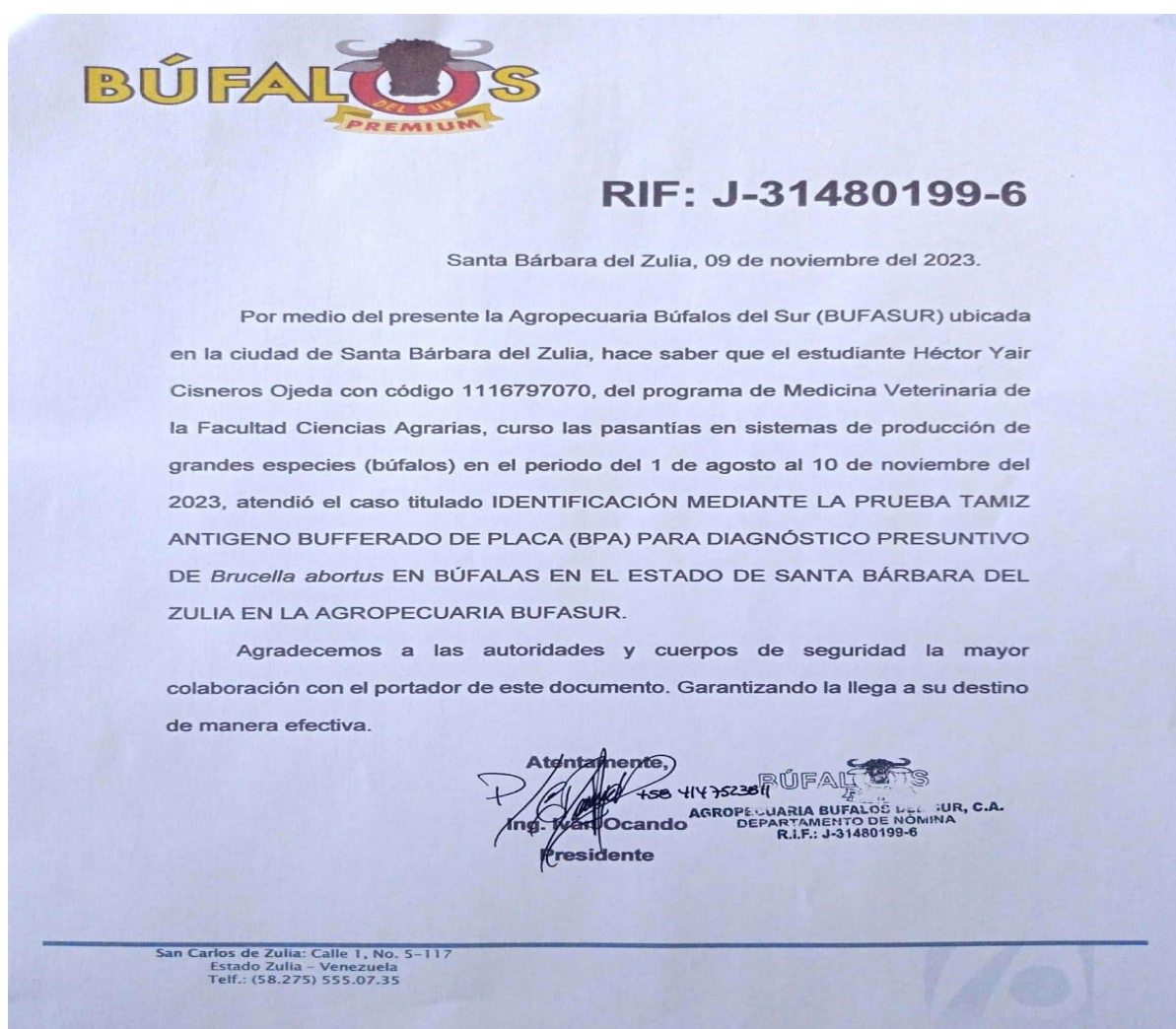
Vega Medellín D. M., (2006). *Brucella abortus*: antecedentes y avances en aspectos de patogénesis, diagnóstico y control. *Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Ciencias*. 45-86. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/8252>

Villegas Maestre L. D. (s.f.). Brucelosis bovina, problema socioeconómico y sanitario en las ganaderías-bovine brucellosis problem and health in socioeconomic livestock. Edu.co. Recuperado el 20 octubre de 2023, de: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/a6450f27-8a12-424c-a736-f944f9cfc62b/content>

Zeb, I., Yousaf, S., Ali, M., Yasmeen, A., Khan, A. Z., Tariq, J. A., Zhao, Q., Abbasi, A. M., Ahmad, R., Khalil, T. M., Yaqoob, A., & Bilal, M. (2022). In-situ microaeration of anaerobic digester treating buffalo manure for enhanced biogas yield. *Renewable Energy*, 181, 843–850. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.09.089>

5.4. Anexos.

Figura 6. Carta aval del caso clínico por la Agropecuaria Bufasur.



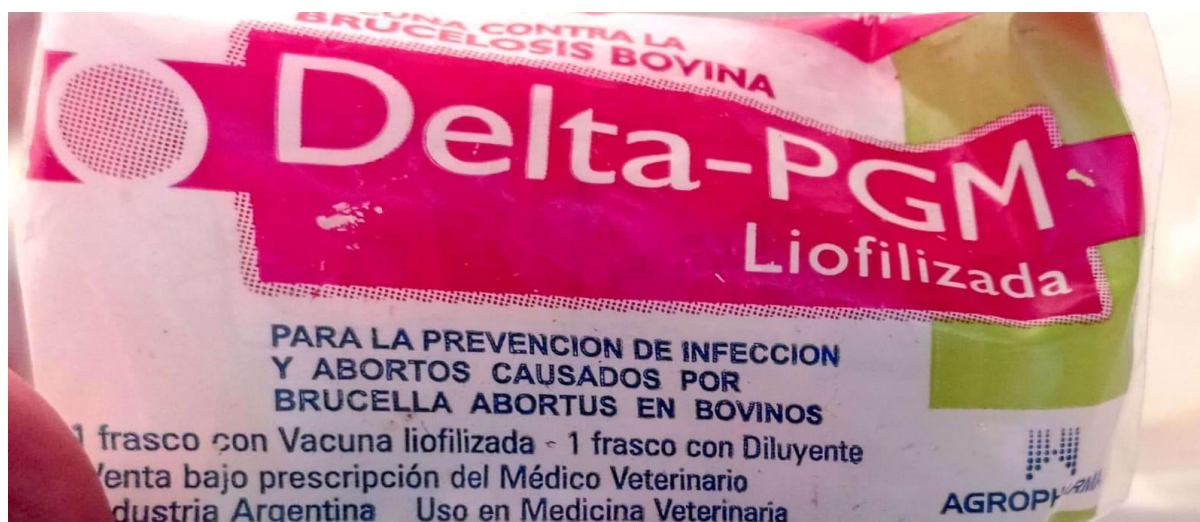
Nota: En la imagen se puede apreciar la aprobación por medio de una carta aval del caso clínico (Cisneros, 2023).

Figura 7. Materiales utilizados para tomar las muestras a las búfalas.



Nota: En la imagen se puede apreciar cada uno de los implementos a utilizar a la hora de realizar la toma de muestras sanguíneas a las búfalas (Cisneros, 2023).

Figura 8. Vacuna de brucelosis (Delta-PGM) liofilizada.



Nota: Vacuna contra la brucelosis bovina (Delta-PGM) liofilizada que se aplica a las búfalas de 3 a 8 meses (Cisneros, 2023).