

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS



Salud de becerras lecheras lactantes suplementadas con *Bacillus subtilis* PB6

Por:

MARISOL PALOMO ESTRADA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Salud de becerras lecheras lactantes suplementadas con *Bacillus subtilis* PB6

Por:

MARISOL PALOMO ESTRADA

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:


MVZ. CÉSAR OCTAVIO CRUZ MARMOLEJO
Presidente


DR. RAMIRO GONZÁLEZ ÁVALOS
Vocal


MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA
Vocal


MC. MELISÁ CONCEPCION HERMOSILLO ALBA
Vocal Suplente


MC. J. GUADALUPE RODRIGUEZ MARTINEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2021



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Salud de becerras lecheras lactantes suplementadas con *Bacillus subtilis* PB6

Por:

MARISOL PALOMO ESTRADA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

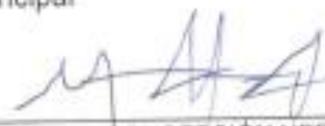
Aprobada por el Comité de Asesoría:



DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS
Asesor Principal



MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA
Coasesor



MC. MELISA CONCEPCIÓN HERMOSILLO ALBA
Coasesor



MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2021



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme la vida que tengo, por darme a mi familia y amigos.

A mis padres, por siempre estar para mí, por darme lo mejor de ellos y más, sin ellos no estaría en donde estoy y no aspiraría a un mejor mañana

A mi alma mater, por brindarme la oportunidad de estudiar y formarme como profesionista.

A mi asesor principal, Dr. Ramiro González Avalos por su tiempo y dedicación hacia este proyecto de tesis, por ser un excelente guía y por compartir su conocimiento; gracias por su paciencia y apoyo doctor.

A mis amigos de la universidad, Misael Guadalupe Velázquez, Diosdado, Natalia Vaquera Dovali, Elizabeth Montserrat Galván García, Karen Guadalupe Ramos González, Valeria Michell Flores Ríos, José Antonio Carrasco Carrada, Laura Vivian Villanueva Franco y Dibely Alejandra Ortiz Cenicerros por su apoyo y cariño, son parte de mi familia ahora.

DEDICATORIAS

A mis padres, José Isaías Palomo Cárdenas y Francisca Estada Pérez (q.e.p.d), que me dieron la vida y su apoyo incondicional, que sin ellos esto no sería posible. Este logro también es de ellos.

A mis hermanos y hermana, Carlos Alberto, Jorge Luis y Marleny

A mis sobrinos, Karla, Guille, Dulce María, Reyna, Brayan, Dany y José Miguel a quienes amo con todo mi corazón

En general a mi familia que, aunque no todo será perfecto hay mucho amor y cariño.

RESUMEN

Los probióticos son una opción prometedora para optimizar la productividad y la salud de los animales. Por lo que, pueden formar parte de la composición de distintos tipos de productos, entre los que se incluyen medicamentos, alimentos, y complementos de la dieta. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la salud de becerras Holstein lactantes suplementadas con *Bacillus subtilis* PB6. Se utilizaron 40 animales recién nacidos, de manera aleatoria se incluyeron en 2 tratamientos. Los tratamientos quedaron como sigue: T1=testigo, T2= 10 g/becerra/día. La primera toma el suplemento dentro de los 20 min posteriores al nacimiento. En ambos tratamientos se suministraron 432 L de leche entera pasteurizada dividida en dos tomas/día 07:00 y 15:00 respectivamente, durante 60 días, para la alimentación de las crías. La adición del *Bacillus subtilis* PB6 se realizó en la tina de la leche al momento de la alimentación de las mismas. La primera toma de calostro (2 L•toma) se suministró dentro de las 2 h después del nacimiento, posteriormente se les proporcionó una segunda 6 h posteriores a la primera. Las enfermedades que se registraron para monitorear la morbilidad y mortalidad de las becerras fueron: diarreas y neumonías. El registro se realizó del nacimiento hasta los 60 días de vida. El adicionar *Bacillus subtilis* PB6 en la alimentación de las becerras puede ayudar a disminuir el impacto de las enfermedades y la mortalidad en becerras Holstein.

Palabras clave: Alimentación, Crianza de becerras, Inmunidad pasiva, Leche entera, Salud

Índice general

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
RESUMEN	iii
Índice general.....	iv
Índice de cuadros	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo	2
1.2 Hipótesis	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Transferencia de inmunidad en becerras	3
2.2 Diarrea en becerras	9
2.3 Problemas Respiratorios	14
2.4 Probiótico	17
2.4.1 Bacillus subtilis	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
5. CONCLUSIONES	28
6. LITERATURA CITADA.....	29

Índice de cuadros

Cuadro 1.	Morbilidad y mortalidad con evento de enfermedad en becerras Holstein en lactancia.	24
Cuadro 2.	Morbilidad y mortalidad con evento de diarrea en becerras Holstein en lactancia.	25
Cuadro 3.	Morbilidad y mortalidad con evento de neumonía en becerras Holstein en lactancia.	26
Cuadro 4.	Morbilidad y mortalidad con evento de diarrea + neumonía en becerras Holstein en lactancia.	27

1. INTRODUCCIÓN

En la comarca laguna, México, la producción de leche es una de las principales actividades económicas del sector pecuario (Renta-Sánchez *et al.*, 2015), con un rendimiento de alrededor de 10 millones de ton de leche y que representa el 20% de la producción total en el país (García-Muñiz *et al.*, 2015); sin embargo, la muerte temprana de las becerras tiene como resultado la pérdida de hembras de remplazo y por consecuencia la reducción en la producción de leche (Mushtaq *et al.*, 2013).

La crianza de reemplazos es fundamental en cualquier sistema de producción, ya que las becerras son las que sustituirán en un determinado tiempo a las vacas que poco a poco dejan la explotación (Peña *et al.*, 2020).

El crecimiento exitoso de las becerras depende de la combinación de factores relacionados, primordialmente, salud, manejo y nutrición (Heinrichs *et al.*, 1995), por tal motivo es necesario dedicar atención en la etapa de lactación, ya que además de ser el periodo que abarca los primeros dos meses de vida, las becerras dependerán de la alimentación líquida y el inicio de la alimentación con sólidos, teniendo los mecanismos para las becerras a esta edad aun no son rumiantes y no tienen los mecanismos para la digestión de los carbohidratos estructurales, además de ser una etapa crítica debido a la falta de un sistema inmunológico aduro y factores de estrés predisponer a la alta incidencia de morbilidad y mortalidad de trastornos digestivos y respiratorios (Bombik *et al.*, 2012; Soberon *et al.*, 2012).

Para disminuir la morbilidad y mortalidad en becerras de recría, se deben realizar manejos como el adecuado calostreo en las primeras horas de vida, la aplicación de vacunas que favorezcan la inmunidad específica, evitar estrés, así como proporcionar una alimentación acorde a la etapa fisiológica, aunado a la adición de

promotores de crecimiento como probióticos, prebióticos e inmunoestimulantes, en este sentido recientemente se han empleado compuestos naturales con alto potencial antioxidante e inmunoestimulante que favorecen la inmunidad inespecífica y el adecuado funcionamiento celular (Bombik *et al.*, 2012).

El uso de agentes de exclusión competitiva (CE) y aditivos alimentarios probióticos en la industria ganadera está, por lo tanto, atrayendo una mayor atención como una alternativa rentable para controlar las enfermedades de los animales y mejorar el rendimiento (Reuter, 2001). Los probióticos son preparaciones seleccionadas de microbios beneficiosos, principalmente especies de lactobacilos, estreptococos y bacilos. Aun y que su forma de acción no son del todo claros, se cree que los probióticos influyen en la flora intestinal por CE y actividad antagónica a las bacterias patógenas para el huésped (Jin *et al.*, 1997).

1.1 Objetivo

Evaluar la salud de becerras Holstein lactantes suplementadas con *bacillus subtilis* PB6.

1.2 Hipótesis

El suplemento *bacillus subtilis* PB6 en la alimentación de becerras Holstein lactantes disminuye la incidencia de enfermedades, así como su mortalidad

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Uno de los principales objetivos de una empresa lechera es obtener el mayor número de vaquillas sanas que para aproximadamente entre los 22 y 24 meses de edad, las cuales sirvan para el remplazo en los siguientes años, así como para el crecimiento del hato y la producción lechera (Rodríguez *et al.*, 2012). Sin embargo, existen factores que afectan negativamente el desarrollo de las becerras como es la presentación de diarreas y neumonías durante la etapa de la lactancia lo que no permite que se alcance dicha meta. En el área de partos y jaulas la exposición a organismos causantes de enfermedades; así como la inadecuada ingesta de calostro y las instalaciones insalubres son factores predisponentes para las antes mencionadas enfermedades (Bailey *et al.*, 2009). Además, con las nuevas regulaciones que limitan el uso profiláctico de antimicrobianos, la necesidad de enfoques alternativos para minimizar la incidencia de diarrea en los becerros neonatos es primordial (Smith, 2015).

2.1 Transferencia de inmunidad en becerras

El sistema inmune de la ternera al nacimiento es inmaduro e incapaz de producir suficientes inmunoglobulinas (Ig) para combatir infecciones (Sasaki *et al.*, 1983). Adicionado a ello, la estructura de la placenta bovina previene la transferencia de Ig séricas de la madre al feto antes del nacimiento (Nocek *et al.*, 1984; Argüello *et al.*, 2005). Consecuentemente, la ternera nace sin inmunidad humoral (anticuerpos) adecuada y depende casi totalmente de la transferencia pasiva de inmunoglobulinas maternas presentes en el calostro (Robinson *et al.*, 1988).

Los becerros nacen agammaglobulinémicos, lo que los hace extremadamente susceptibles a las infecciones en una etapa temprana de la vida (Chuck *et al.*, 2017).

Los becerros que reciben cantidades adecuadas de calostro de buena calidad y absorben suficientes inmunoglobulinas, presentarán una adecuada protección pasiva, en contra de las principales enfermedades infecciosas del medio, en comparación con los que presentan insuficientes inmunoglobulinas o menor protección inmunológica (Elizondo y Heinrich, 2009).

Por su parte el calostro, la primera secreción producida por la glándula mamaria después del parto, es especialmente rico en Ig o anticuerpos, los cuales proveen a la ternera su protección inmunológica durante las primeras semanas de vida (Nousiainen *et al.*, 1994). De esta forma, la adquisición de Ig a través de la absorción intestinal protege a la ternera de las enfermedades hasta que su propio sistema inmune llegué a ser completamente funcional (Robinson *et al.*, 1988). En el calostro bovino existen tres tipos de inmunoglobulinas (Ig): G, M y A. La distribución de las diferentes clases de Ig en el calostro es variable entre vacas. Las IgG, IgA e IgM típicamente contabilizan aproximadamente 85%, 5% y 7% del total de Ig en el calostro respectivamente (Elizondo-salazar, 2007).

El calostro no solo es crítico para proveer la transferencia pasiva de las Ig, sino que también transfiere otros componentes bioactivos y sustancias promotoras del crecimiento que son importantes en la estimación del desarrollo del tracto gastrointestinal (TGI) en el becerro recién nacido (Davis y Drackley, 1998; Roffler *et al.*, 2003).

La calidad del calostro se determina principalmente por la concentración de Ig (Ganz *et al.*, 2018). El calostro de alta calidad tiene una cantidad igual o mayor a 50g L-1 de inmunoglobulinas. En cuanto a la cantidad de calostro que se debe ofrecer a las becerras recién nacidas actualmente se recomienda que sea entre el 10 al 12% de

su peso al nacimiento. Lo anterior, significa que al menos para una becerro de 40 Kg de peso al nacimiento se deberán administrar 4 litros de calostro con una calidad mayor a 50 g L⁻¹. Por lo tanto, obtener cantidades suficientes de calostro de buena calidad forma parte de las prioridades en lo que respecta a la crianza de becerros (Rodríguez *et al.*, 2013).

El calostro proporciona Ig y nutrientes esenciales y no esenciales a los rumiantes recién nacidos, y su consumo en las primeras horas de vida determinan el estado de inmunidad pasiva e influye en el estado nutricional, metabólico y endocrino de los animales (Kindlein *et al.*, 2017). Así mismo la reducción del riesgo de mortalidad y morbilidad pre-destete y otros beneficios a largo plazo asociados a la transferencia pasiva de inmunidad, incluyen la disminución de mortalidad en el periodo posterior al destete, mejora la producción de leche en la primera y segunda lactancia y la reducción de desecho de vaquillas durante la primera lactancia (Faber *et al.*, 2005). Así, por ejemplo, en terneras de lechería, (Robinson *et al.*, 1988) demostraron que una adecuada adquisición de inmunidad pasiva afectó significativamente la variación en las ganancias de peso diarias hasta los 180 días de vida.

La absorción de suficientes Ig que provean a la ternera de inmunidad pasiva debe ocurrir durante las primeras 24 horas de vida. Por esta razón, alcanzar un consumo temprano y adecuado de un calostro de alta calidad, es el factor independiente más importante de manejo que determina a salud y sobrevivencia de las terneras (Nocek *et al.*, 1984; Hopkins y Quigley III, 1997).

El enterocito neonatal tiene la capacidad única de absorber macromoléculas de proteínas, durante las primeras 24-36 horas de vida, los enterocitos del intestino delgado no tienen actividad selectiva de absorción y por ello una variedad de

macromoléculas, incluyendo inmunoglobulinas, pueden ser absorbidas por pinocitosis (Broughton y Lecce, 1970). Ha sido demostrado que los anticuerpos en el calostro se unen a los agentes patógenos presentes en el intestino antes de que ocurra la absorción. Entonces, mediante la reducción del número de patógenos en el calostro, el número de los mismos en el intestino también se reduce y más anticuerpos son potencialmente libres para la absorción. Otra posible explicación para un aumento de la eficiencia de absorción aparente de IgG es la falta de interferencia bacteriana en los receptores que son responsables de la absorción de IgG (Elizondo y Heinrich, 2009).

A pesar de que las otras clases de Ig tienen importantes roles fisiológicos, la predominante cantidad de IgG hace que la medida de la concentración de IgG total o IgG1 en el suero sanguíneo sea un indicativo adecuado de la transferencia de inmunidad pasiva y se ha demostrado que la concentración de IgG en sangre de terneras está claramente asociada con la sobrevivencia y salud de las mismas (Besser y Gay, 1985).

Para lograr una exitosa transferencia de inmunidad pasiva el becerro debe primero consumir una cantidad suficiente de Ig del calostro, y luego ser capaz de absorber con éxito una cantidad suficiente de éstas moléculas a través de la absorción en el intestino delgado (Robinson *et al.*, 1988; McGrath *et al.*, 2016). Entre los principales factores que afectan a la masa de Ig consumida por el becerro son la calidad y volumen del calostro. El principal factor que afecta la absorción de las moléculas de Ig en circulación es la rapidez, con el que se ofrece el calostro por primera vez después de su nacimiento (Lorenz *et al.*, 2011).

La alimentación con calostro es un paso crítico para elevar la salud de los becerros como resultado de la salud de los becerros como un resultado de la fisiología y metabolismo de la especie bovina (Elizondo-Salazar y Heinrich, 2008).

El uso del calostrómetro, aunque no provee una medida exacta, permite estimar la calidad de calostro antes de ser alimentado a las terneras y evitar un fracaso en la transferencia de la inmunidad pasiva por el uso de un calostro de baja calidad (Elizondo-salazar, 2007).

El calostrómetro está calificado en intervalos de 5mg/MI y clasifica al calostro en pobre (rojo) para concentraciones menores a 22 mg/mL, moderado (amarillo) para concentraciones entre 22 y 50 mg/mL; y excelente (verde) para concentraciones mayores a 50 mg/mL. (Fleenor y Stott 1980; Shearer *et al.*, 1992).

Una adquisición de inmunidad pasiva inadecuada puede ocurrir cuando el recién nacido se ve imposibilitado de absorber una cantidad satisfactoria de Igs. Esta condición, conocida como falla en la transferencia de inmunidad pasiva (FTIP), ha sido relacionada con una serie de consecuencias negativas en los parámetros productivos del animal (Robison *et tal.*, 1988).

La definición de FPT se basa en la medición de las concentraciones de IgG en el suero de terneros recién nacidos después de la ingesta de calostro. El método estándar de oro para medir las concentraciones de IgG es la inmunodifusión radial. Sin embargo, su costo, los requisitos para el equipo de laboratorio y el tiempo necesario para obtener resultados han hecho que se hayan desarrollado pruebas alternativas. El inmunoensayo turbidimétrico y ELISA también miden directamente las concentraciones de IgG. Las pruebas indirectas incluyen la medición de concentraciones de proteínas totales (TP) en el laboratorio o utilizando un

refractómetro, y la actividad de la glutamil transferasa (GGT) y la prueba de turbidez del sulfato de zinc (ZST). De las pruebas indirectas, la medición de las concentraciones de TP en el laboratorio o el uso de un refractómetro combinan una alta especificidad y sensibilidad con una asociación consistente con las concentraciones de IgG en terneros entre 1 y 7 días de edad. El uso de un refractómetro es menos preciso que la medición directa en un laboratorio, pero sigue siendo una prueba adecuada si el bajo costo y la velocidad son importantes (Cuttance *et al.*, 2019).

Los recién nacidos que reciban una adecuada cantidad de calostro, presentan altas concentraciones de inmunoglobulinas (Ig) circulantes en sangre estas se asocian con un descenso en la morbilidad y mortalidad por ciertas enfermedades infecciosas tales como septicemia, enteritis, enfermedades respiratorias (Besser y gay, 1994).

Basado en estudios previos, los factores que contribuyen al éxito en la transferencia pasiva son: alimentación del becerro con calostro a una concentración alta de Ig $>50 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, alimentar un adecuado volumen de calostro, suministrarlo sin demora después del nacimiento, y minimizar la contaminación bacteriana (Johnson *et al.*, 2007; Godden, 2008).

Una inmunidad adecuada requiere de una concentración de Igs en suero sanguíneo durante los primeros días de vida, de al menos 10 g/L, o de una concentración de proteína sérica total (PST) igual o superior a 5,5 g/DI (Elizondo-Salazar, 2007; Sánchez-Salas *et al.*, 2012; Benavides-Varela *et al.*, 2013; Elizondo-Salazar y Rodríguez-Zamora, 2013).

Algunos autores consideran solamente $>10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ para una adecuada transferencia y $<10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ para una inadecuada transferencia de Ig (Arthington *et al.*, 2000; Filteau *et al.*, 2003).

Tasas altas de morbilidad y mortalidad en becerros recién nacidos son atribuidas a enfermedades infecciosas; las dos más frecuentes que afectan a las becerros son la diarrea y las enfermedades respiratorias (USDA, 2010)

Por lo que se ha estimado que la tasa de morbilidad antes del destete es de 7,8 %; la diarrea y otros problemas digestivos contribuyen al 50% de las muertes; las enfermedades respiratorias, es la segunda causa de mortalidad con 15% (Azizzadeh *et al.*, 2012).

2.2 Diarrea en becerros

Las enfermedades entéricas son comunes y le representa enormes pérdidas económicas a la industria de la ganadería, de la carne y leche, como resultado de la mortalidad de recién nacidos y costos de tratamiento. Es común que la diarrea neonatal sea más el resultado de una infección combinada de diferentes enteropatógenos (bacterias, virus, protozoarios). Cabe mencionar que mayores pérdidas ocurren cuando las becerros son mantenidas en confinamiento, donde la oportunidad de transmisión de los agentes causales de la diarrea se ve realizada por su acumulación en el medio ambiente (Baquero-Parrado, 2008).

La diarrea puede ser definida como un incremento en la frecuencia de defecación o el volumen fecal: la pérdida de agua fecal debido a un incremento contenido de agua fecal o a un incrementado volumen de heces excretadas o a una combinación de ambos (Herdt y Sayegh, 2013).

La diarrea neonatal o síndrome diarreico neonatal, proceso específico que se caracteriza por la presencia de diarrea durante las dos primeras semanas de vida. Se presenta con más frecuencia entre los 4 y 10 días de vida, pueden durar hasta la tercera semana (De la cruz, 2015), proceso que puede presentarse como un síndrome complejo en el que participan factores infecciosos, ambientales, nutricionales e inmunológicos (Smith, 2012).

La compleja fisiopatología de la diarrea neonatal es medida por endotoxinas bacterianas, por una inflamación de origen parasitario o por una atrofia de las vellosidades intestinales. Las beceras con diarrea aguda causada por los enteropatógenos comunes presentan pérdida neta de agua, iones de sodio, bicarbonato, cloro y potasio hacia los intestinos y subsecuentemente hacia las heces. Esto resulta en deshidratación, hipovolemia, acidosis metabólica, hiponatremia e hipocloremia (Rosa *et al.*, 2018).

Entre los principales agentes infecciosos causantes de diarrea en beceras se reconoce a agentes bacterianos como *E. coli* (Fairbrother y Nadeau, 2006), *Salmonella* spp. (Kemal, 2014) y *Clostridium perfringens* tipo C (García *et al.*, 2013), virales tales como Calicivirus (Alkan *et al.*, 2015), Corona y Rotavirus (Meganck *et al.*, 2014), Norovirus (Otto *et al.*, 2011) y Torovirus (Lojkić *et al.*, 2015), además de los protozoarios *Cryptosporidium* spp. y *Giardia* spp. (Gillhuber *et al.*, 2014). Sin embargo, los más comunes y económicamente importantes son *E. coli* y *Salmonella* spp. (Mukhtar *et al.*, 2015).

Estos agentes afectan a bovinos de todas las edades, siendo las beceras recién nacidas y menores de 60 días las que presentan la enfermedad entérica en forma más manifiesta (Delgado, 2009).

Todos los patógenos causales de diarrea presentan transmisión fecal-oral, aunque la replicación de coronavirus bovino puede comenzar en el tracto respiratorio alto y extenderse al tracto gastrointestinal (Thomas *et al.*, 2006).

Las manifestaciones clínicas de la enfermedad son heces acuosas, amarillentas y ocasionalmente con estrías de sangre, deshidratación, fiebre y depresión (Blanchard, 2012).

Clínicamente, la identificación del agente etiológico no es posible, lo que hace necesario realizar estudios de laboratorio; para esto, se toman muestras fecales frescas directamente del recto del animal, para evitar contaminación y posteriormente, se envían los especímenes al laboratorio de diagnóstico veterinario, donde generalmente son procesados mediante cultivos bacteriológicos o detección de antígenos con ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA) (Cho *et al.*, 2013).

Escherichia coli es un microorganismo gram negativo anaerobio, sus cepas forman la mayor parte de la flora comensal aerobia y anaerobia facultativa del tubo digestivo de animales y humanos, eliminándose por las heces al exterior. Por esto, no es infrecuente que se encuentren en el medio ambiente, donde son capaces de sobrevivir durante cierto tiempo en el agua y los alimentos, de manera que su aislamiento constituye un indicador de contaminación fecal (Mattar *et al.*, 2001). La *E. coli* enterotoxigénica es considerada una de las mayores causantes de diarreas en becerros, la cual posee dos factores importantes de virulencia el primero permite a la bacteria adherirse y colonizar las vellosidades intestinales y el segundo corresponde a la producción de una enterotoxina, la cual conduce a un exceso de secreción de líquido hacia la luz intestinal, produciendo como consecuencia una

,diarrea secretora con pérdida de bicarbonato que conlleva a una severa acidosis con rápida deshidratación y postración de animal (Hoet y Boscán, 2005).

La Salmonelosis en las becerras recién nacidas es causada por las cepas: *S. typhimurium* y *S. dublin* las becerras se infectan por la vía fecal-oral (Iñiguez, 2000). *Salmonella spp* Bacteria gram negativa, no formadora de esporas, anaerobia facultativa. Los terneros de 3 a 6 semanas de edad son altamente susceptibles, los principales signos son fiebre, diarrea, signos respiratorios, artritis y muerte súbita (Veling *et al.*, 2002). *Salmonella* causa diarrea en terneros mayores de 7 días. Hay más de 2000 serotipos y todos causan potencialmente enfermedad en terneros. *Salmonella* produce enterotoxinas son invasivas y causan severa enfermedad inflamatoria y necrosis del revestimiento del intestino grueso y delgado. La diarrea puede ser mucoide con fibrina y sangre (Fossler *et al.*, 2005).

El Rotavirus Pertenece a la familia de los Reovirus los cuales poseen una doble cadena de ARN segmentada. El virus afecta principalmente a terneros entre 3 y 15 días de edad, aunque puede atacarlos hasta las 3 semanas de vida. La contaminación se produce por vía oral (orofecal) (Navarre, 2000). Cuando el virus llega al intestino coloniza las células epiteliales columnares de función absorbiva que son células maduras con borde de cepillo de las vellosidades duodenoyeyunales, las células infectadas se lisan y desprenden eliminando gran cantidad de virus a la luz intestinal, son reemplazadas por otras que no tienen capacidades enzimáticas no digieren lactosa, no absorben agua, electrolitos y nutrientes. La diarrea es por mala absorción, mala digestión, alteración del equilibrio electrolítico y del sistema de transporte (García *et al.*, 2000). Produce diarrea acuosa de color amarillo, verde

o café que puede durar desde 1 a 2 días en infecciones simples o hasta 6 días cuando se complica con otros microorganismos (Iñiguez, 2000).

Coronavirus (BCoV) es un virus ARN, envuelto; ubicado taxonómicamente dentro de la familia Coronaviridae, género Coronavirus y orden Nidovirales (González *et al.*, 2003). Además de infectar el sistema digestivo provocando trastornos entéricos BCoV también posee tropismo por el tracto respiratorio de donde ha sido recuperado a partir de animales convalecientes de enfermedad respiratoria (McNulty *et al.*, 1984; Reynolds *et al.*, 1985; Saif *et al.*, 1986). Es común en animales de 7 a 10 días de edad. El periodo de incubación es de 36 a 60 horas. Los becerros afectados demuestran ligera depresión y diarrea amarillenta con moco y coágulos de leche no digerida. Después de 2 a 4 días, los becerros se ven deprimidos, débiles, demacrados y eventualmente mueren. La morbilidad puede ser de 90% y mortalidad del 30% aun en ausencia de infecciones secundarias (Iñiguez, 2000).

Criptosporidium. Parásito protozoario (Trotz *et al.*, 2007) descubierto en 1907 en ratones pero relacionado con diarrea en terneros a partir de 1971. Los signos clínicos incluyen diarrea, tenesmo anorexia, pérdida de peso y depresión. Los heces son amarillo cremoso similares a las observadas en diarreas virales. La morbilidad puede ser muy alta pero la mortalidad es baja (Iñiguez, 2000).

Las coccidias más comunes son *eimeria bovis* y *eimeria zuernii*. La enfermedad se transmite a través de la ingestión de agua y alimentos contaminados. Los signos clínicos aparecen 2 semanas después de la ingestión de materiales contaminados con oocistos. Los primeros signos son heces líquidas, mezcladas como moco y pequeñas cantidades de sangre que pueden aumentar con el curso de la enfermedad (Iñiguez, 2000).

2.3 Problemas Respiratorios

Por su parte, el complejo respiratorio bovino es de origen multifactorial, donde al perderse el equilibrio interno del animal, se favorece la colonización pulmonar por agentes infecciosos como virus y bacterias, así como por el sinergismo entre ambos, produciéndose una neumonía, y en casos muy severos, la muerte del animal. Entre los actores ambientales que favorecen la aparición de enfermedades respiratorias se encuentran: cambios bruscos de temperatura, elevada humedad relativa, hacinamiento y ventilación inadecuada de las instalaciones, así como cambios en la alimentación, estrés por manejo zootécnico de los animales, mezcla de animales de diferentes edades, estados inmunológicos y jerarquías sociales. Los principales signos clínicos que presentan los bovinos enfermos son: aumento en la frecuencia respiratoria, tos descarga nasal y ocular, fiebre y pérdida de apetito, entre otras (Trigo,1991: Juárez, 2001).

Los patógenos virales más significantes que se encuentran asociados con la etiología y patogénesis de enfermedades del CRB incluyen: Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (RIB), Virus de Parainfluenza- 3 (PI3), Virus de la Diarrea Viral Bovina (VDVB) y el Virus Sincitial Respiratorio Bovino (VSRB) y por lo general se asocian con infecciones bacterianas secundarias representadas por *Mannheimia haemolytica*, *Mycoplasma bovis*, *Pasteurella multocida* y *Haemophilus somnus* (Taylor *et al.*, 2010).

Pasteurella multocida y *Mannheimia haemolytica* son microorganismos aislados frecuentemente de los procesos neumónicos de los rumiantes domésticos, el más común es el primero, que causa en ambos casos, la pasteurelisis bovina o fiebre de embarque, la cual es una enfermedad respiratoria generalmente fatal que se

caracteriza por una pleuroneumonía fibrinosa grave, y que afecta principalmente a animales menores de un año recientemente transportados, o a becerros de 1 a 5 meses de edad (Trigo, 1991; Pijoan, 1999). Son flora normal del aparato respiratorio superior, que bajo ciertas condiciones de inmunosupresión se comportan como oportunistas y pueden invadir el tracto respiratorio inferior; un factor importante son los periodos prolongados de estrés, los cuales se asocian con una elevación del cortisol en el plasma, lo que origina un decremento en la función leucocitaria (De la rosa *et al.*, 2012). La Pasteurelisis neumónica bovina PNB es una de las enfermedades más costosas que afecta al ganado bovino productor de leche o productor de carne, especialmente en aquellos animales de recién ingreso al hato; se considera a la enfermedad económicamente ms importante en bovinos de carne y la segunda después de las enfermedades gastrointestinales en becerras lecheras (Katsuda *et al.*, 1987).

Parainfluenza tipo 3 (PI3) también conocida como neumonía enzoótica de los terneros, pertenece al género Paramixovirus de la familia Paramixoviridae, es causa importante de infección respiratorias tanto de bovinos como de ovinos jóvenes, por lo general afecta animales que oscilan entre las 2 semanas y los 12 meses de edad (Kahrs, 1981). La infección por PI3 sola, produce fiebre descarga nasal serosa disnea y tos (Trigo, 1987).

La Rinotraqueitis infecciosa bovina (RIB) es una enfermedad viral causada por el Herpes virus bovino 1 (HVB-1) que produce pérdidas económicas sustanciales a la ganadería en el mundo (Hage *et al.*, 1998). Este virus se transmite de forma directa de un animal a otro por medio de las secreciones corporales o de forma indirecta por el personal o equipos contaminados. Las puertas de ingreso serían la cavidad

nasal, orofaringe, tracto genital y ojos. Los síntomas observados como la rinitis, conjuntivitis, vulvovaginitis y balanopostitis se deben a la destrucción de las células epiteliales como resultado de la replicación viral que ocurre en el lugar de ingreso (Engels y Ackermann, 1996; Pidone *et al.*, 1999). Usualmente estas lesiones suelen complicarse con infecciones bacterianas secundarias, debido al efecto inmunodepresor del virus sobre el mecanismo de defensa antibacterial de los pulmones. La complicación más común y severa es el complejo respiratorio bovino donde están involucrados otros virus como el virus de la diarrea viral bovina, el virus respiratorio sincitial, los adenovirus, reovirus y coronavirus y el Parainfluenza-3; y bacterias como *Pasteurella haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Chlamydia* y *Mycoplasma* (Sánchez *et al.*, 2003). Todas las edades y razas de ganado son susceptibles a la infección respiratoria con HVB1, pero la enfermedad usualmente ocurre en animales mayores de seis meses de edad (Vilchis *et al.*, 1985; Webink *et al.*, 1993). El hacinamiento y la mezcla de animales permiten así mismo la diseminación del virus (Magaña *et al.*, 2005).

Los micoplasmas son la forma más simple de organismos auto-replicantes. Son microorganismos pleomórficos, carecen de pared celular, y se conectan directamente a la célula del hospedero para obtener los nutrientes esenciales, miden de 200 a 500 nm, carecen en medios sólidos y líquidos y utilizan glucosa como fuente de energía (Kirk y Mellenberger, 1994; Núñez *et al.*, 2008). Los *Mycoplasma* tiene una distribución en todo el mundo como saprofitos de la vida libre o como parásitos de seres humanos, animales, reptiles y plantas (Gonzales y Wilson, 2003). Han sido asociados con una variedad de patologías que afectan al ganado bovino, como artritis, neumonía, queratoconjuntivitis, mastitis, sinovitis y además se ha descrito

como causa de abortos y baja fertilidad (Pfulzner y Sanchse, 1996; Gonzales y Wilson, 2003). *Mycoplasma bovis* M. Bovis es causante de neumonías, principalmente en animales jóvenes (Adegboye *et al.*, 1995). Se puede observar signos tales como fiebre, aumento de la frecuencia respiratoria, descarga nasal, tos y disminución de apetito (Hermeyer *et al.*, 2012).

Las condiciones actuales están obligando al productor a ser más eficiente en la cría y desarrollo de vaquillas. Esta es un área de suma importancia, ya que lo que se haga hoy se reflejará en el futuro; el productor debe criar las vaquillas de la manera más eficiente para reducir los gastos, pero sin llegar a afectar negativamente su salud y futura productividad (Belloso, 2005; González *et al.*, 2017).

2.4 Probiótico

La alimentación en la vida temprana de la becerrita, puede afectar no solamente el desempeño y supervivencia durante el tiempo de la alimentación líquida, sino también la producción futura de leche una vez que la becerrita alcanza su edad adulta (Heinrichs y Coleen, 2002; Soberon *et al.*, 2012).

El tracto intestinal está habitado por una gran y diversa comunidad de microorganismos, proporciona importantes beneficios especialmente en el metabolismo y el desarrollo inmune, la alteración de la microbiota intestinal, la relación del huésped se asocia a numerosas enfermedades inflamatorias de tipo crónico, denominadas colectivamente como síndrome metabólico. Medios primarios por los cuales el intestino está protegido de su microbiota es a través de múltiples estructuras que cubren la superficie intestinal (Chassaing *et al.*, 2015).

La mucosa intestinal es un sistema complejo y dinámico que funciona como una barrera semipermeable que permite la absorción de nutrientes y macromoléculas

necesarias para el crecimiento y desarrollo al tiempo que protege al torrente sanguíneo de microorganismos potencialmente invasivos (Newburg *et al.*, 2007).

Los probióticos han sido definidos por la organización mundial de la salud (OMS) y la organización de las Naciones unidas para la alimentación y la agricultura; con sus siglas en inglés FAO, 2002 como: “microorganismo vivo que ejercen una acción benéfica sobre la salud del huésped al ser administrados en cantidades adecuadas”. También se les conoce como bioterapéuticos, bioprotectores o bioprolifáticos (De las Cagigas y Blanco, 2002).

Los probióticos son preparaciones seleccionadas de microbios beneficiosos, principalmente especies de *Lactobacilos*, *Streptococos* y *Bacilos*. Aunque los modos de acción no son del todo claros, se cree que los probióticos influyen en la flora intestinal por CE y en la actividad antagónica de las bacterias patógenas para el huésped (Jin *et al.*, 1997).

La utilización de probióticos se ha dirigido a dos áreas principalmente: la salud y alimentación humana, y producción animal. En esta última, la importancia de los probióticos en cuanto a su uso en la alimentación de los animales de granja, se basa en las propiedades que se les atribuyen para mejorar la eficiencia de conversión alimenticia y como promotores de crecimiento (Rosminini *et al.*, 2004).

Los probióticos pueden formar parte de la composición de distintos tipos de productos, entre los que se incluyen alimentos (alimentos funcionales), medicamentos y complementos de la dieta (Peña *et al.*, 2020).

Las bacterias que se encuentran de manera natural en el intestino se denominan “autóctonas” y estas colonizan el intestino como resultado de la exposición ambiental y alimentación; las bacterias “alóctonas” se introducen al tubo digestivo

como suplementos dietarios a través del alimento o agua de bebida (Chichlowski *et al.*, 2007).

No existe una clase universal de bacterias probióticos; se utilizan bacterias autóctonas como es el caso de las bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp*) y bacterias alóctonas como las bacterias formadoras de esporas (*Bacillus spp*) (Hong *et al.*, 2005).

Varias bacterias, tales como las especies de los géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* o *Faecalibacterium prausnitzii*, han demostrado efectos beneficiosos para la salud de los humanos y los animales y posiblemente pueden utilizarse como biomarcadores de la salud intestinal (Heinritz *et al.*, 2016).

Se ha sugerido que el modo de acción de los probióticos incluye: a) la producción de ácido láctico, sustancia que disminuye el pH intestinal (Lyons, 1987: Fernández, 1988: Garza, 1990). b) la producción de peróxido de hidrógeno y su acción antibacteriana (Lyons, 1987: Lyons, 1991). c) la producción de sustancias antibióticas naturales, particularmente nisina para estreptococo y acidofilin para lactobacilo (Lyons, 1987: Garza, 1990: Lyons, 1991). d) una actividad antienterotóxica, principalmente contra la enterotoxina de *E. coli* (Lyons, 1991). e) se adhiere a la parte del tracto gastrointestinal previniendo la colonización con patógenos (Lyons, 1991). f) pueden proliferar en el medio ambiente intestinal inhibiendo a otros microorganismos por competencia (6) g) estimulación de inmunidad (Lyons, 1991).

2.4.1 *Bacillus subtilis*

Dentro del género *Bacillus*, destacan *B. cereus*, *B. licheniformis*, *B. subtilis* y *B. natto* (Grethel y Bocourt, 2008).

La producción de endosporas es una característica típica de todas las bacterias de los géneros *Bacillus* y *Clostridium*. Las esporas del genero *Bacillus* son estables al calor y por lo tanto proveen ventajas frente a otras que no forman esporas (*Lactobacillus spp*) como, que pueden ser almacenadas a temperatura ambiente en forma desecada sin algún pH gástrico bajo y la dosis total de bacterias ingeridas alcanzan el intestino delgado de forma intacta, por lo que este microorganismo ha sido utilizado como probiótico en productos utilizados como suplementos y/o complementos en humanos principalmente por desórdenes gastrointestinales provocados por antibióticos (Cutting, 2011).

En 1941 los árabes usaban *B. subtilis* para controlar diarreas consumiéndolo a través del excremento fresco de los camellos. Los alemanes verificaron que la ingestión de *B. subtilis* mejoraba los cuadros entéricos (Guevara, 2011).

Kuipers et al. (2000), demostraron que los *B. subtilis* no causan toxicidad en los animales vertebrados, además de contar con una acción bactericida y fúngica bien estudiada al producir entre otros el antibiótico bacitracina del grupo de los polipeptídicos. Además, demostraron que el *B. subtilis* se ha encontrado en ambientes diversos como el suelo y en el sistema digestivo de los rumiantes.

Bacillus subtilis es una bacteria gram positiva perteneciente al Filo Firmicutes, Familia: Bacillaceae, capaz de producir esporas (Tarsicio et al., 2017).

Durante el uso de *Bacillus subtilis* como probiótico, se ha encontrado que mejora la función inmune de los animales y mejora la resistencia a la enfermedad. El empleo de probióticos a base de *Bacillus spp* y sus endosporas, está encaminado a mejorar el balance microbiano intestinal, inhibir el crecimiento de bacterias dañinas, producir enzimas hidrolíticas (proteasas, amilasas y glicosidasas) para mejorar la utilización

de los alimentos, desdoblado las moléculas más complejas y transformándolas en moléculas simples, ayudando a incrementar los contenidos de bacterias ácido lácticas en el tracto intestinal, favoreciendo así la acidez del intestino (Bautista, 2014).

Se ha demostrado que *Bacillus subtilis* y sus esporas pueden ser agentes competitivos excluyentes ya que son capaces de modular la microbiota intestinal y favorecer a la respuesta inmune actuando como profiláctico frente a otras bacterias patógenas produciendo un balance con la microbiota intestinal al ser suplementados en la alimentación de aves y cerdos a nivel mundial (Tarsicio *et al.*, 2017).

Bacillus subtilis sintetiza una amplia gama de metabolitos entre ellas natocinasas, que son un tipo de proteasa de serina con acción fibrinolítica, aminocoumacina A; que es un antibiótico con actividad contra *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecium*, *Shigella flexneri*, *Campylobacter jejuni* y *Helicobacter pylori* e isocoumarina que es una proteasa (Hong *et al.*, 2005; Cutting, 2011).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló del 01 de agosto al 15 de diciembre de 2020, en un establo del municipio de Matamoros en el Estado de Coahuila; éste se localiza a una altura de 1100 msnm. Entre los paralelos 26° 17' y 26° 38' de latitud norte y los meridianos 103° 18' 103° 10' de longitud oeste (INEGI, 2009).

Se utilizó el calostro de primer ordeño de vacas primíparas y multíparas de la raza Holstein Friesian dentro de las primeras 24 h después del parto. Inmediatamente después de la colecta, se determinó la densidad de este producto, utilizando un calostrómetro (Biogenics Inc., Mapleton, Or., USA ®), a una temperatura de 22°C al momento de la medición. El calostro se colocó en bolsas de plástico Ziploc ® de 26,8 x 27,3 cm (dos L por bolsa) y se congeló a -20°C hasta el suministro a las becerras.

Para observar el efecto del *Bacillus subtilis* PB6 sobre el desarrollo, salud, transferencia de inmunidad y consumo de alimento se seleccionaron dos grupos de manera aleatoria cada uno con 20 becerras, se separaron de la madre al nacimiento y alojadas individualmente en jaulas de madera previamente lavadas y desinfectadas. Los tratamientos serán: T1=testigo, T2=10 g de *Bacillus subtilis* PB6 respectivamente. La suplementación del producto se realizó durante la alimentación de los animales (dentro de la tina de la leche) los primeros 60 días de vida de las crías. En ambos grupos se les suministró la primera toma de calostro dentro de la primera hora de nacida la cría y la segunda seis horas posteriores a la primera toma.

Las variables que se consideraron para evaluar la salud: diarreas, problemas respiratorios y muertes, las cuales se registraron desde el nacimiento hasta que se

realizó el destete. El registro fue a partir del nacimiento hasta los 60 días de vida, la clasificación de las crías con diarrea se realizó mediante la observación de la consistencia de las heces, heces normales corresponde a crías sanas y becerras con heces semi-pastosas a líquidas se catalogaron como crías enfermas. En relación a la clasificación de los problemas respiratorios las crías con secreción nasal, lagrimeo, tos y elevación de la temperatura superior a 39,5 °C se consideraron enfermas, si no presentaron lo anterior serán crías sanas.

El análisis de los datos se realizó mediante estadística descriptiva.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1, se observa la morbilidad y mortalidad con evento de enfermedad en becerras Holstein en lactancia. Los resultados nos indican el 77.5% de animales enfermos. Resultados similares son reportados por Peña-Revuelta et al. (2019) 83.33% de becerras enfermas en un estudio donde se evaluó la morbilidad en una población de 60 becerras Holstein. Reyes (2019), reporto 88.23% en morbilidad en una población de 510 becerras Holstein en etapa de lactancia.

La incidencia y forma de presentación clínica, están influenciados por factores tales como el sistema de crianza, el esquema y forma de alimentación, niveles de higiene, cuidados profilácticos y terapéuticos dispensados al becerro; un adecuado consumo de calostro, antecedentes de la madre y el tipo de parto pueden modular la magnitud y dinámica de la enfermedad (Godden, 2008).

Cuadro 1. Morbilidad y mortalidad con evento de enfermedad en becerras Holstein en lactancia.

Total de becerras del estudio	40	100%
Becerras con evento de diarrea	29	72.5%
Becerras con evento de neumonía	0	0%
Becerras con evento de diarrea + neumonía	2	5%
Becerras con otros problemas de enfermedad	0	0%
Total de becerras enfermas	31	77.5%
Total de becerras sanas	9	22.5%

En relación a la salud, la diarrea es la causa más común de muerte en becerras jóvenes. Los resultados obtenidos con evento de diarrea en becerras con en el tratamiento donde se utilizó *Bacillus subtilis* PB6 (Cuadro 2), se observó un 80% de becerras enfermas (16/20) a diferencia del testigo respectivamente.

Cuadro 2. Morbilidad y mortalidad con evento de diarrea en becerras Holstein en lactancia.

Eventos	Testigo	T2	Total
Total de becerras con evento de diarrea	13	16	29
Mortalidad	1	0	1
Promedio de días en tratamiento	7	5	
Mínimo de días en tratamiento	3	3	
Máximo de días en tratamiento	11	8	

Resultados mínimos a los anteriores son reportados por Reyes (2019), 40.3% (206/510) de becerras en un estudio donde se evaluó la presencia de diarrea en una población de 510 becerras Holstein en la etapa de lactancia.

En el presente estudio no se observó morbilidad y mortalidad con evento de neumonía en los diferentes tratamientos (Cuadro 3). Resultados mayores son observados por Peña- Revuelta et al. (2019), 13.33% de morbilidad para problemas respiratorios. En esta etapa el síndrome respiratorio bovino es el responsable del

50,4% de las muertes. Pero anteriormente, durante la lactancia, es responsable del 21,3% de bajas (USDA, 2008).

Cuadro 3. Morbilidad y mortalidad con evento de neumonía en becerras Holstein en lactancia.

Eventos	Testigo	T2	Total
Total de becerras con evento de neumonía	0	0	0
Mortalidad	0	0	0
Promedio de días en tratamiento	0	0	
Mínimo de días en tratamiento	0	0	
Máximo de días en tratamiento	0	0	

En relación a morbilidad y mortalidad con evento de diarrea + neumonía (Cuadro 4) los resultados obtenidos fue una incidencia de morbilidad en el testigo (T1) de 5% a diferencia de (T2) donde es 0% respectivamente.

Debido a su pobre capacidad inmune, en el periodo cercano al nacimiento, la cría es más vulnerable a las infecciones; además, otros elementos como el consumo insuficiente de calostro, limpieza deficiente, variaciones en el clima u otras causas que desencadenan una situación de estrés, pueden disminuir el sistema de defensa predisponiendo a la afección por enteropatógenos, y a su vez a las infecciones mixtas (Muktar *et al.*, 2015).

Cuadro 4. Morbilidad y mortalidad con evento de diarrea + neumonía en becerras Holstein en lactancia.

Eventos	Testigo	T2	Total
Total de becerras con evento de diarrea + neumonía	2	0	2
Mortalidad	0	0	
Promedio de días en tratamiento	11	0	
Mínimo de días en tratamiento	8	0	
Máximo de días en tratamiento	14	0	

Reyes (2019), reporto resultados de 8.4% (43-510) y 28% (12-43) en morbilidad y mortalidad respectivamente de becerras con evento de diarrea + neumonía en un estudio donde se evaluó una población de 501 becerras Holstein en la etapa de lactancia. Peña-Revuelta et al. (2019) por su parte reportaron 11.66% de becerras enfermeras de diarrea + neumonía.

La mortalidad de becerras es una importante preocupación económica y de bienestar en las granjas lecheras de todo el mundo (Mee, 2008). Como era de esperar, está creciendo el interés en caracterizar la incidencia y los factores de riesgo asociados con la mortalidad de becerras para desarrollar estrategias de reducción (Cuttance *et al.*, 2017).

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, que la suplementación con *Bacillus subtilis* PB6 se concluye que en relación a la morbilidad y mortalidad de becerras con evento de diarrea se observó un 15% menor a favor del grupo testigo, menor mortalidad y días en tratamiento a favor del grupo suplementado. Respecto la de neumonía en ambos grupos no hubo animales enfermos. En relación a la diarrea + neumonía las alimentadas con leche entera adicionada con *Bacillus subtilis* PB6 no hubo enfermas. El adicionar *Bacillus subtilis* PB6 en la alimentación de las becerras puede ayudar a disminuir el impacto de las enfermedades, días en tratamiento y mortalidad en becerras Holstein lactantes.

6. LITERATURA CITADA

- Adegboye, D. S., Halbur, P. G., Cavanaugh, D. L., Werdin, R. E., Chase, C. C. L., Miskimins, D. W., Rosenbusch, R. F. 1995. Immunohistochemical and pathological study of *Mycoplasma bovis*-associated lung abscesses in calves. *J Vet Diagn Invest.* 7:333-337.
- Alkan, F., Karayel, I., Catella, C., Bodnar, L., La nave, G., Bányai, K., Martino, B. D., Decaro, N., Buonavoglia, C., Martella, V. 2015. Identification of a bovine enteric calicivirus, Kirklareli virus, distantly related to neboviruses, in calves with enteritis in Turkey. *J. Clin. Microbiol.* 53:3614-3617.
- Argüello, A., Castro, N., Capote, J. 2005. Short communication: evaluation of a color method for testing immunoglobulin G concentration in goat colostrum. *J. Dairy Sci.* 88:1752-1754.
- Arthington, J. D., Cattell, M. B., J. D. Quigley, McCoy, G. C. Hurley, W. L. 2000. Passive immunoglobulin transfer in newborn calves fed colostrum or spray-dried serum protein alone or as a supplement to colostrum of varying quality. *J Dairy Sci* 83(12): 2834-2838.
- Azizzadeh, M., Shooroki, H. F., Kamalabadi, A. S., Stevenson, M. A. 2012. Factors affecting calf mortality in Iranian Holstein dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine.* 104:335-340.
- Bailey, T., Murphy, J. M., James, R. 2009. Early Heifer Development and Colostrum Management. College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University. 404-284.
- Baquero-Parrado, J. R. 2008. Diarrea neonatal indiferenciada: consideraciones sobre su prevención en campo. *Veterinaria y Zootecnia.* 2(2):59-68.
- Bautista, B. I. C. 2014. Uso de bacillus subtilis como probiótico y de un complejo enzimático basado en amilasas, proteasas y xilanasas en pollos de engorda alimentados con dietas sorgo + soya. Tesis de maestría. México. UNAM.
- Belloso, V. T. I. 2005. Cría y desarrollo de vaquillas lecheras. Memorias de DIGAL. Día Internacional del Ganadero Lechero. Delicias, Chihuahua, México.

- Benavides-Varela, D., Elizondo-Salazar, J.A., González-Arias, E. 2013. Estado inmunológico de terneras y terneros de lechería en la región Huetar Norte de Costa Rica. Año II. *Agronomía Mesoamericana*. 24(2):285-291.
- Besser, T. E. y Gay. C. C. 1994. The importance of colostrum to the health of the neonatal calf. *Vet. Clin. North. Am. Food Anim.* 10:107-117.
- Besser, T. E., Gay, C. C. 1985. Septicemic colibacillosis and failure of passive transfer of colostrum immunoglobulin in calves. *Vet. Clin. N. Am.: Food Anim. Pract.* 1:445-459.
- Blanchard, P. C. 2012. Diagnostics of dairy and beef cattle diarrhea. *Vet. Clin. Food Anim.* 28:443–464.
- Bombik, T., Bombik, E., Frankowska, A., Trawińska, B., Saba, L. 2012. Effect of herbal extracts on some haematological parameters of calves during rearing. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*. 56(4):655-658.
- Broughton, C. W. y J. G. Lecce. 1970. Electronmicroscopic studies of the jejunal epithelium from neonatal pigs fed different diets. *The Journal of Nutrition*. 100(4): 445-449.
- Chassaing, B. O. K., Goodrich A. C., Shanthi P., Srinivasan R. E. Gewirtz A. T. 2015 Dietary Emulsifiers Impact the Mouse Gut Microbiota Promoting Colitis and Metabolic Syndrome. *Nature* 519(7541):92-96.
- Chichlowski, M., Croom, J., McBride, B. W., Havenstein, G. B., Koci, M. D. 2007. Metabolic and physiological impact of probiotics or direct-feed microbials on poultry: A brief review of current knowledge. *Int. J. Poult. Sci.* 6(10):664-704.
- Cho, Y., Yoon, K-J., Han, J-I., Wang, C., Cooper, V., Schwartz K., Engelken T. 2013. Case-control study of microbiological etiology associated with calf diarrhea. *Vet. Microbiol.* 166:375-385.
- Chuck, G. M., Mansell, P. D., Stevenson, M. A., Izzo, M. M. 2017. Factors affecting colostrum quality in Australian pasture based dairy herds. *Aust Vet J.* 95(11):421- 426.

- Cuttance, E. L., Mason, W. A., McDermott, J., Laven, R. A., McDougall, S., Phyn, C. V. C. 2017. Calf and replacement heifer mortality from birth until weaning in pasture-based dairy herds in New Zealand. *J. Dairy Sci.* 100:8347-8357.
- Cuttance, E. L., Regnerus C., Laven R. A. 2019. A review of diagnostic tests for diagnosing failure of transfer of passive immunity in dairy calves in New Zealand. *N Z Vet J.* 67(6):277-286.
- Cutting, J. H. 2011. *Bacillus probiotic.* *Food Microbiology.* 28:214-220.
- Davis, C. L. y J. K. Drackley. 1998. In: *The development, nutrition, and management of the young calf.* 1st edition. Ames (IA): Iowa State University Press, Ames, Iowa. :179-206.
- De la cruz, M. C. 2015. *Desarrollo y supervivencias de becerras Holstein suplementación con levaduras en el periodo de lactancia.* Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila, México :25-29.
- De la rosa, R. J., Jaramillo- Arango, C., Martínez-Maya, L. Aguilar-romero, F., Hernández-Catrso., Suarez-Güemes, F. 2012. Frecuencia de aislamientos de *Mannheimia haemolytica* y *Pasteurella multocida* en becerras son signos clínicos de enfermedad respiratoria, en un complejo lechero del estado de hidalgo. *Vet Mex.* 43(1).
- De las Cagigas R. A. L. y Blanco, J. A. 2002. Prebióticos y probióticos, una relación beneficiosa. *Rev Cubana Aliment Nutr.* 16(1):63-68.
- Delgado, G. R. 2009. *Enfermedades digestivas en las becerras lactantes.* 9º Congreso Internacional de MVZ Especialistas en Bovinos. Torreón Coahuila. :1-10.
- Elizondo-Salazar, J. A y Heinrichs, A. J. 2009 *Feeding heat-treated colostrum to neonatal dairy heifers: Effects on growth characteristics and blood parameters.* *J Dairy Sci.* 92:3265-3273
- Elizondo-Salazar, J. A. y A. J. Heinrichs. 2008. Review: Heat treating bovine colostrum. *The Professional Animal Scientist* 24(6): 530-538.

- Elizondo-Salazar, J.A. 2007. Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. *Agronomía Mesoamericana*. 18(2):271-281.
- Elizondo-Salazar, J.A. y Rodríguez-Zamora, J. 2013. Transferencia de inmunidad pasiva en terneras de lechería que reciben calostro por dos métodos diferentes. *Nutrición Animal Tropical*. 7(1):1-13.
- Engels, M., Ackermann, M. 1996. Pathogenesis of ruminant herpesvirus infections. *Vet. Microbiol.* 53: 3-15.
- Faber, S. N., Faber, N. E., McCauley, T. C., AX, R. L. 2005. Effects of colostrum ingestion on lactational performance. *Prof. Anim. Sci.* 21:420-425.
- Fairbrother, J. M y É. Nadeau. 2006. Escherichia coli: on-farm contamination of animals. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 25(2):555-569.
- Filteau, V., E. Bouchard, G. Fecteau, L. Dutil y D. DuTremblay. 2003. Health status and risk factors associated with failure of passive transfer of immunity in newborn beef calves in quebec. *Can Vet J* 44(11): 907-913.
- Fleenor, W.A.; Stott, G.H. 1980. Hydrometer test for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. *Journal of Dairy Science*. 63:973-977.
- Fernández, T. J. E. 1988. Efecto de lactobacilos como promotor del crecimiento en becerras en crecimiento bajo sistema de confinamiento. Tesis de licenciatura. México (DF). México. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. UNAM.
- Fossler, C., Wells, S., Kaneene, J., Ruegg, P., Warnick, L., Bender, J., Eberly, L., Godden, S., Halbert, L. 2005. Herd-level factors associated with isolation of Salmonella in a multi-state study of conventional and organic dairy farms II. Salmonella shedding in calves. *Preventive veterinary medicine*. 70:275-291.
- García, A., Ruiz, J., Orden, J., Cid, D., Sanz, R., Gomez-Bautista, M. 2000. Rotavirus and concurrent Infections with other enteropathogenes in neonatal diarrheic dairy calves in Spain. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis*. 23:175-183.

- García, J. P., Anderson, M., Blanchard, P., Mete, A., Uzal, F. A. 2013. The pathology of entero toxemia by *Clostridium perfringens* type C in calves. *J. Vet. Diag. Inv.* 25(3):438-442.
- García-Muñiz, J. G., Herrera-Monsalvo, C. D., Lara-Bueno, A., López-Ordaz, R., Jaimes-Jaimes J., Ramírez-Valverde, R. 2015. Effects of Drinking Water Desalination On Several Traits of Dairy Cows In A Mexican Semiarid Environment. *Life Sci. J.* 12(2s):87-93.
- Garza, F. J. D. 1990. Aditivos a base de cultivos de bacterias. En *Avila Ge Shimada Na Llamas G Editores Anabólicos Y De Educación Continua En Mexico AC* :117.123.
- Ganz, Z., Bülte, M., Gajewski, Z., Wehrend, A. 2018. Inhaltsstoffe des bovine Kolostrumseine Übersicht. *Tierarztl Prax Ausg G.* 46(3):178–189.
- Gillhuber, J., D. Rügamer, K. Pfistery y M.C. Scheuerle. 2014. Giardiasis and other entero pathogenic infections: a study on diarrhoeic calves in Southern Germany. *BMC Res. Notes.*
- Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 24(1):19-39.
- González, A. R., González, A. J., Peña, R. B. P., Moreno, R. A., Reyes, C.J. L. 2017. Análisis del costo de alimentación y desarrollo de becerras de reemplazo lactantes. *Revista Mexicana de Agronegocios.* XXI (40):561-569.
- González, J. M., Gómez-Puertas, P., Cavanagh, D., Gorbaleya, A. E., Enjuanes, L. A. 2003. A comparative secuencia analysis to revise the current taxonomy of the family Coronaviridae. *Arch. Virol.* 148 (11): 2207-2235.
- González, R. D., Wilson. 2003. Mycoplasmal mastitis in dairy herds. *Vet Clin Food anim.* 19:199-221.
- Grethel, M. P. M. y Bocourt, R. 2008. Empleo de probióticos basado en *Bacillus* sp y de sus endosporas en la producción avícola. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 42(2):117-122.

- Guevara, J. 2011. Probióticos en nutrición animal. Sistema de Revisiones en Investigación (SIRIVS). :1-10.
- Hage, J. J., Schukken, Y. H., Digkstra, T. H., Barkema, H. W., Van. V. P. H. R., Wentink, G. H. 1998. Milk production and reproduction during a subclinical bovine herpesvirus 1 infection on a dairy farm. *Prev Vet Med.* 34:97-106.
- Heinrichs, A. J. y J. Coleen, M. 2002. Feeding the newborn dairy calf. Special Circular 311. Peen State. College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension. Pennsylvania State University.
- Heinrichs, A. J., Wells, S. J., Losinger, W. C. 1995. A study of the use of milk replacers for dairy calves in the United States. *Journal of Dairy Science.* 78(12):2831-2837.
- Heinritz, S. N., Weiss E., Eklund M., Aumiller T., Louis S., Rings A., Messner S., Camarinha-Silva A., Seifert J., BischoffS. C. Mosenthin R. 2016. Intestinal Microbiota and Microbial Metabolites Are Changed in a Pig Model Fed a High-Fat/Low-Fiber or a Low-Fat/High-Fiber Diet. *PLoS One.* :1-21.
- Herdt, T. H. y Sayegh, A. I. 2013. Digestion and absorption: the nonfermentative processes. En Klein BG, ed. Cunningham´s textbook of veterinary physiology. 5ta ed. Missouri: Elsevier Saunders. :297.319.
- Hermeyer, K., Buchenau, I., Thomameyer, A., Baum, B., Spergser, J., Rosengarten, R., Hewicher-Trautwein, M. 2012. Chronic pneumonia in calves after experimental infection with *Mycoplasma bovis* strain 1067: characterization of lung pathology, persistence of variable surface protein antigens and local immune response. *Acta Vet Scand* 54(1):9.
- Hoet, A. E y Boscán, L. 2005. Complejo diarreico bovino. Facultad De Ciencias Veterinarias, Universidad Del Zulia, Maracaibo, Venezuela. :341.
- Hopkins, B. A., Quigley III, J. D. 1997. Effects of method of colostrum feeding and colostrum supplementation on concentrations of immunoglobulin G in the serum of neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 80:979-983.

- Hong, H. A., Duc, L. H., Cutting, S. M. 2005. The use of bacterial spore formers as probiotics. *FEMS Micro. Rev.* 29:813-835.
- Iñiguez, F. 2000. *Diarrea neonatal bovina división bovina de leche, laboratorios Vrbac mexico S. A. de C. V.*
- Jin, L. Z., Ho, Y. W., Abdullah, N., A. M. Alt, A. M., Jalaludin, S. 1997. Effect of adherent *Lactobacillus* cultures on growth, weight of organs and intestinal microflora and VFAs in broilers. *Animal Feed Sci. and Technology.* 30:290-293.
- Johnson, J. L., Godden, S. M., Molitor, T., Ames, T., Hagman, D. 2007. Effects of feeding heat-treated colostrum on passive transfer of immune and nutritional parameters in neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.* 90:5189- 5198.
- Juárez, F. 2001. *Estudio patológico, microbiológico y epidemiológico de enfermedades respiratorias en bovinos de engorda en Sinaloa, Méx. Tesis de maestría. México DF. Universidad Nacional Autónoma de México.*
- Kahrs, R. 1981. *Viral Diseases of cattle. Iowa State University Press.* :215-219.
- Katsuda, K., Kamiyama, M., Kohmoto, M., Kawashima, K., Tsunemitsu, H., Eguchi, M. 1987. Serotyping of *Mannheimia haemolytica* isolates from bovine pneumonia. *Vet J* 2007. 178:146-148.
- Kemal, J. 2014. A review on the public health importance of bovine salmonellosis. *J. Veterinar. Sci. Technol.* 5(2):1-10.
- Kindlein, L., Moretti, D. B., Pauletti, P., Bagaldo, A. R., Rodrigues, A. P. O., Machado, N. R. 2017. Bovine colostrum enriched with lyophilized bovine colostrum stimulates intestinal epithelium renewal of Holstein calves in the first days of life. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 1-11.
- Kirk, J. y Mellenberger. 1994. Mastitis control program for *Mycoplasma mastitis* in dairy cows *Compend Contin Educ Pract Vet.* 16:542-551.

- Kuipers, O., Konigs, W., Kok, J. 2000. Lactic acid bacteria: the bug of the new millennium. *Curr Opin Microbiol*; 3: 276–282.
- Lojkić, I., N. Crešić, I. Šimić y T, Bedeković. 2015. Detection and molecular characterization of bovine corona and toroviruses from Croatian cattle. *Vet. Res.* 11(202).
- Lorenz, I., Mee, J. F., Earley, B., More, S. J. 2011. Calf health from birth to weaning. General aspects of disease prevention. *Ir Vet J.* 64(1):10.
- Lyons T. P. 1987. Probiotics: an alternative to antibiotics. *Pig news infor.* 2:2-9.
- Lyons T. P. 1991. La aplicación de productos microbianos naturales en la producción porcina. En anónimo biotecnología e la industria de la alimentación animal. Vol II. México SETIC SA de CV. :47-76.
- Magaña-Urbina, A., Solorio, R. J. L., Segura-Correa, J. C. 2005. Rinotraqueitis infecciosa bovina en hatos lecheros de la región Cotzco-Téjaro, Michoacán, México *Técnica Pecuaria en México.* 43(1):27-37
- Máttar, S., Visbal, J., Arrieta, G. 2001. E. coli 0157:h7 enterohemorrágico: un agente etiológico de diarrea en Columbia subestimado. Parte I *Revista MVZ Córdoba.* 6(1):15-23.
- McGrath, B. A., Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., Kelly, A. L. 2016. Composition and properties of bovine colostrum: A review. *Dairy Sci. Technol.* 96:133-158.
- McNulty, M. S., Bryson, D. G., Allan, G. M., Logan, E. F. 1984. Coronavirus infection of the respiratory tract. *Vet. Microbiol.* 9: 425-434.
- Mee JF. 2008. Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle: A review. *Vet. J.* 176:93-101
- Meganck, V., G. Hoflack y G. Opsomer. 2014. Advances in prevention and therapy of neonatal dairy calf diarrhoea: a systematical review with emphasis on colostrum management and fluid therapy. *Acta Vet. Scand.* 56(75):1-8.

- Muktar, Y., Mamo, G., Tesfaye, B., Belina, D. 2015. A review on major bacterial causes of calf diarrhea and its diagnostic method. *J. Vet. Med. Anim. Health.* 7(5):173-185.
- Mushtaq, H. M., Saleem, M. N., Ayyub, M. R., Khat tak, I. 2013. Challenges due to early calf mortality in dairy industry of Pakistan and strategies for improvement. *Veterinaria.* 1:13-17.
- Navarre, C. 2000. Differentiation of gastrointestinal diseases of calves. *Veterinary Clinics Of North America: Food Animal Practice.* 6(1):37.57.
- Newburg, D. S. y Walker, W. A. 2007. Protection of the neonate by the innate immune system of developing gut and of human milk. *Pediatr Res.* :2-8.
- Nocek, J. E., Braund, D. G., Warner, R. G. 1984. Influence of neonatal colostrum administration, immunoglobulin, and continued feeding of colostrum on calf gain, health, y serum protein. *J. Dairy Sci.* 67:319-333.
- Nousiainen, J., Korhonen, H., Syvaaja, E. L., Savolainen, S., Saloniemi, H., Halonen, H. 1994. The effect of colostrum, immunoglobulin supplement on the passive immunity, growth and health of neonatal calves. *Agric. Sci. Finly.* 3:421-428.
- Núñez, C., Morales, S. E., Martinez, M. J. J., Hernández, A. L. 2008. Detección de mastitis bovina subclínica por micoplasmosis mediante Elisa indirecta y aislamiento. *Vet Mex.* 39:161-171.
- Otto, P. H., Clarke, I. N., Lambden, P. R., Salim, O., Reetz, J., Liebler-Tenorio, E. M. 2011. Infection of calves with Bovine Norovirus GIII. 1 Strain Jena Virus: an experimental model to study the pathogenesis of norovirus infection. *J. Virol.* 85(22):12013-12021.
- Peña, R. B. P., González, A. R., Rocha, V. J. L., González, A. J. Macías O. E. J. 2020. Costos de alimentación en becerras Holstein suplementadas con *Bacillus subtilis* PB6 en leche entera. *Revista Mexicana De Agronegocios.* 46:486-496.

- Peña-Revuelta, B. P., González-Avalos, R., Rocha, V. J. L., González-Avalos, J., Rodríguez-Hernández, K. 2019. Efecto de la alimentación de becerras holstein suplementadas con bacillus subtilis pb6 en: morbilidad y mortalidad. *Ciencia e Innovacion*. 2(1):247-257.
- Pfutzner, H., Sachse, K. 1996. *Mycoplasma bovis* as an agent of mastitis, pneumonia, arthritis and genital disorders in cattle. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties*. 15:1477-1494.
- Pidone, H., Galosi, C., Etcheverrigaray, M. 1999. Herpes bovinos 1 y 5. *Analecta Argentina* 19: 40-50.
- Pijoan A. P., Aguilar, R. F., Morales, A. J. 1999. Caracterización de los procesos neumónicos en becerros de la región de Tijuana, Baja California, México. *Vet Méx*. 30:149-155.
- Reta-Sánchez, D.G., Figueroa-Viramontes, U., Serrato-Corona, J. S., Quiroga-Garza, H. M., Gaytán-Mascorro, A., Cueto-Wong, J. A. 2015. Potencial forrajero y productividad del agua en patrones de cultivos alternativos. *Rev. Mex. Cienc. Pecu*. 6(2):153-170.
- Reuter, G. 2001. Probiotics: possibilities and limitations of their application in food, animal feed, and in pharmaceutical preparations for men and animals. *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr*. 114:410-419.
- Reyes, R. A. 2019. Morbilidad de diarreas en becerras lecheras y su efecto en su desarrollo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México.
- Reynolds, D. J., Debney, T. G., Hall, G. A., Thomas, L. H., Parson, K. R. 1985. Studies on the relationship between coronavirus from the intestinal and respiratory tracts of calves. *Arch. Virol*. 85: 71-83.
- Robison, J. D., Stott, G. H., DeNise, S. K. 1988. Effects of passive immunity on growth and survival in the dairy heifer. *J. Dairy Sci*. 71:1283-1287.
- Rodríguez, H. K., Núñez, H.G., González, A. R., Ochoa, M. E., Sánchez, D. J. I. 2012. Factores críticos del proceso de crianza que afectan la edad al primer parto en establos de la Región Lagunera. *AGROFAZ*, 12: 9-17.

- Rodríguez, H. K., Salazar, S. M. A., Nuñez, H. G. 2013. Producción y calidad de calostro en el primer y segundo ordeño. AROFAZ. :33-38.
- Roffler, B., A. Fah, S. N. Sauter, H. M. Hammon, P. Gallmann, G. Brem y J. W. Blum. 2003. Intestinal morphology, epithelial cell proliferation, and absorptive capacity in neonatal calves fed milk-born insulin-like growth factor-i or a colostrum extract. *J Dairy Sci* 86(5): 1797-1806.
- Rosa, F., Busato, S., Avaroma F. C., Linville K., Trevisi, E., Osorio, J. S. 2018. Transcriptional changes detected in fecal RNA of neonatal dairy calves undergoing a mild diarrhea are associated with inflammatory biomarkers. *PLoS ONE* 13(1)e0191599.
- Rosmini, M., Sequeira, G., Guerrero, I., Martí, L., Dalla, R., Frizzo, L., Bonazza, J. 2004. Producción de probióticos para animales de abasto: importancia del uso de la microbiota intestinal indígena. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 3:181-19.
- Saif, L. J., Redman, D. R., Moorhead, P. D., Theil, K. W. 1986. Experimentally induce coronavirus infections in calves: viral replication in the respiratory and intestinal tracts. *Am. J. Vet. Res.* 47:1426-1432.
- Sánchez-Salas, J., Elizondo-Salazar, J.A., Arroyo-Quesada, G. 2012. Estado inmunológico de terneras y terneros de lechería en la región Huetar Norte de Costa Rica. *Año I. Agronomía Mesoamericana.* 23(2):321-327.
- Sánchez, T. G., Benito Z. A., Rivera G. H. 2003. Seroprevalencia del Virus de la Rinotraqueitis Infecciosa Bovina en Ganado Lechero del Valle de Lima. *Rev Inv Vet Perú.* 14 (1): 54-60.
- Sasaki, M., Davis, C. L., Larson, B. L. 1983. Immunoglobulin IgG1 metabolism in new born calves. *J. Dairy Sci.* 60:623-626.
- Shearer, J., Mohammed, H. O., Brennehan, J. S., Tran, T. Q. 1992. Factors associated with concentrations of immunoglobulins in colostrum at the first milking post-calving. *Prevent. Vet. Med.* 14:143-154.

- Smith, D. V. 2012. Field disease diagnostic investigation of neonatal calf diarrhea. *Vet. Clin. Food Anim.* 28:465-481.
- Smith, G. 2015. Antimicrobial decision making for enteric diseases of cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 31:47-6.
- Soberon F., Raffrenato, E., Everett, R. W., Van, A. M. E. 2012. Prewearing milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of Dairy Science.* 95(2):783–793.
- Tarsicio, M., Carlos, H., Lilia, M.-S. 2017. *Bacillus subtilis* como probiótico en avicultura: aspectos relevantes en investigaciones recientes *Bacillus subtilis* as a probiotic in poultry farming: relevant aspects in recent research *Medina-Saavedra Tarsicio.* 7(3):14–20.
- Taylor, J. D., Fulton, R. W., Lehenbauer, T. W., Step, D. L., Confer, A. W. 2010. The epidemiology of bovine respiratory disease: a review of the evidence and implications for practice. *Can. Vet.* 51(10):1095
- Thomas, C. J., Hoet, A. E., Sreevatsan, S. 2006. Transmission of bovine coronavirus and serologic responses in feedlot calves under field conditions. *American Journal of Veterinary Research.* 67(8):1412-1420.
- Trigo, F. 1897. El complejo respiratorio infeccioso de los bovinos y ovinos. *Ciencia veterinaria.* 4:1-36.
- Trigo, F. 1991. Patogénesis y aspectos inmunológicos de la pasteurelisis pulmonar bovina. *Vet Méx.* 22:31-134.
- Trotz, L., Martin, S., Leslie, K., Duffield, T., Nydam, D., Peregrine, A. 2007. Calf level risk factors for neonatal diarrhea and shedding of *Cryptosporidium parvum* in Ontario dairy calves. *Pre Vet Med.* 82:12-28.
- USDA. 2008. Dairy 2007, Part III: Reference of dairy cattle health and management practices in the United States, 2007. USDA-APHIS-VS, CEAH, Fort Collins, CO. #N482.0908.

USDA-NAHMS. 2010. Dairy 2007, Heifer calf health and management. Practices on U.S. Dairy operations. USDA: APHIS: VS, CEAH. Fort Collins, CO. #550.0110.

Veling, J., Barkema, H., Schans, J., Zijderveld, F., Verhoeff, J. 2002. Herd-level diagnosis for Salmonella enterica subsp enterica serovar Dublin infection in bovine Dairy Herds. Preventive Veterinary Medicine. 53:31-42.

Vilchis, M. C., Susana, M. V., Rosales, B. C., Aguilar, S. A., Vargas, L. J., Peña, M. I. 1985. Estudio epizootiológico de la rinotraqueítis infecciosa bovina en ganado productor de leche y productor de carne. Téc Pecu Méx. 49:106-115.

Wentink, G. H., Van, O. J. T., Verhoeff, J. 1993. Risk of infection with bovine herpesvirus 1 (BHV-1): A review. Vet Quarterly. 15:30-33.