

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



**Neumonías en becerras lecheras para reemplazo**

Por:

**MIGUEL ÁNGEL GUTIÉRREZ DURÁN**

**MONOGRAFÍA**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila

Junio, 2022.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

Neumonías en becerras lecheras para reemplazo.

Por:

**MIGUEL ÁNGEL GUTIÉRREZ DURÁN**

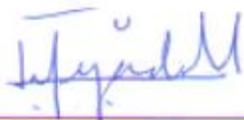
MONOGRAFÍA

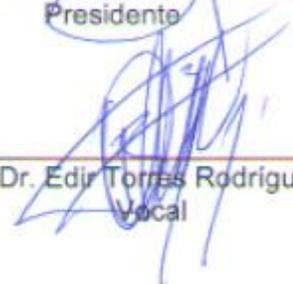
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

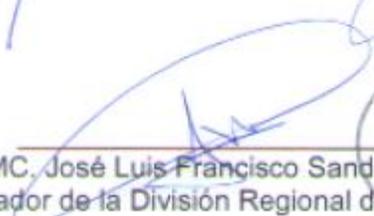
Aprobada por:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Silvestre Moreno Avalos  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Luz María Tejada Ugarte  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Edir Torres Rodríguez  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
MVZ. Rodrigo Isidro Simón Alonso  
Vocal Suplente

  
\_\_\_\_\_  
MC. José Luis Francisco Sandoval Elías  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México  
Junio, 2022

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

Neumonías en becerras lecheras para reemplazo.

Por:

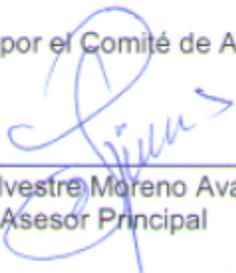
**MIGUEL ÁNGEL GUTIÉRREZ DURÁN**

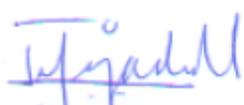
MONOGRAFÍA

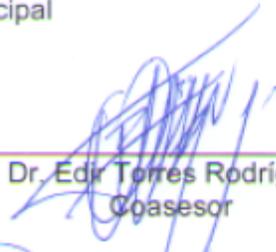
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

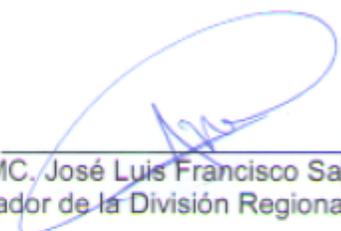
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Silvestre Moreno Avalos  
Asesor Principal

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Luz María Tejada Ugarte  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Edir Torres Rodríguez  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
MC. José Luis Francisco Sandoval Elías  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México  
Junio, 2022.

## **AGRADECIMIENTOS**

Aprovecho estas líneas para agradecer primeramente a Dios por permitirme vivir mi vida llena de salud, paz y armonía acompañado de mis seres queridos, por estar presente y ser mi fortaleza en los momentos difíciles a lo largo de mi preparación.

En especial y con mucho cariño agradezco a mis padres que me brindaron la vida y me encomendaron siempre por buen camino, inculcándome principios y valores, apoyándome y motivándome día con día.

Agradezco a cada uno de mis profesores que durante toda mi estancia en la universidad me brindaron su conocimiento y disciplina, contribuyendo a mi formación desde el inicio hasta el final.

A mis compañeros no solo de mi generación, sino a todos los estudiantes de mi querida Alma Terra Mater por compartir y vivir momentos agradables e inolvidables a lo largo de la carrera.

De manera cordial me dirijo a mi asesor él Dr. Silvestre Moreno Avalos para agradecer por su paciencia y valiosa cooperación en este proyecto el cual se logró culminar.

**Muchas gracias.**

## DEDICATORIAS

A mis padres José Luis Gutiérrez López y Ma. de los Ángeles Durán Barboza por brindarme su apoyo incondicional al momento de tomar la decisión de encaminar mi sueño, gracias a su confianza y motivación este sueño es una realidad.

A mis hijos José Miguel Gutiérrez Moreno y Miryam Jazmín Gutiérrez Moreno que son el pilar de mi vida, mi motivación a ser el mejor y entregar la mejor versión de mi persona.

A mis hermanos Brenda Yadira Gutiérrez Durán, José Luis Gutiérrez Durán y Abigail Gutiérrez Durán que depositaron su confianza y apoyo durante toda mi formación educativa.

A mis compañeros de la UAAAN por cada experiencia vivida, en especial a mi grupo de amigos.

A mis maestros de la UAAAN por cada conocimiento, experiencia y consejo transmitido a lo largo de la carrera.

A todos mis amigos que creyeron en mí y motivaron a salir adelante a pesar de las circunstancias de dificultad y debilidad.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIAS .....	ii
RESUMEN .....	iv
I.- INTRODUCCIÓN .....	1
II.- CRIANZA DE BECERRAS HOLSTEIN .....	2
2.1.- Administración de Calostro .....	3
2.2.- Alimentación .....	4
- Alimentación líquida .....	4
- Alimentación sólida .....	5
2.3.- Vacunación .....	6
III.- CAUSAS DE NEUMONÍA EN TERNERAS .....	7
3.1.- Manejo .....	8
3.2.- Estado inmunológico .....	10
3.3.- Agentes infecciosos .....	11
3.3.1.- Agentes etiológicos virales .....	12
3.3.2.- Agentes etiológicos bacterianos .....	14
3.4.- Tratamiento .....	17
3.5.- Prevención y Control .....	18
IV.- BIBLIOGRAFIA .....	19

## RESUMEN

Para la cría de novillas de reposición las estimaciones de gastos asociados oscilan del 15% y el 20% del total de los costes en la producción de leche (Heinrichs, 1993). Wathes *et al.*, (2008), resaltan que muchas novillas de reposición potenciales no llegan a su primera lactación debido a la muerte prematura o al sacrificio involuntario.

Las tasas de mortalidad de becerros y novillas de reposición varía según el sistema de producción y el país donde se encuentre, en Estados Unidos, las tasas anuales de mortalidad de terneros s y novillas es de aproximadamente el 9,6% y los terneros lactantes el 7,8% (NAHMS,2007).

Las enfermedades más frecuentes que afectan a los terneros son la diarrea y las enfermedades respiratorias, los problemas digestivos se identifican como la principal causa de muerte en terneros predestetados mientras que las enfermedades respiratorias se localizan como la causa principal de muerte en terneros destetados (US DA, 2007).

La tasa de mortalidad combinada de terneros lecheros y novillas de reemplazo en el ganado Holstein chino fue del 21,2% y se observó una tendencia desfavorable en la mortalidad de terneros lecheros y novillas de reemplazo. Enfermedades relacionadas con los sistemas digestivo (por ejemplo, diarrea), respiratorio (por ejemplo, neumonía) y circulatorio y los trastornos reproductivos (infertilidad basada en la tasa de no retorno) fueron las principales categorías de motivos de muerte (Zhang *et al.*, 2019).

Patogenos bacterianos como *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Bibersteinia trehalosi*, *Histophilus somni*, *Mycoplasma bovis* y *Truperella pyogenes* pueden causar formas de neumonías con curso agudo, subagudo o crónica (Grissett *et al.*, 2015: Anton *et al.*, 2016: Kishimoto *et al.*, 2017: Headley *et al.*, 2018).Las diferentes formas de representación de la enfermedad incluyen principalmente la pleuroneumonía fibrinosa, que es la forma más común de neumonía aguda en el ganado vacuno destetado y estresado (Pancieria y Confer, 2010: Andrews y Kennedy, 1997).

**Palabras clave:** Neumonía, Becerras, *Pasteurella multocida*, *Mannheimia haemolytica*, *Haemophilus somnus*.

## I.- INTRODUCCIÓN

Los animales jóvenes representan uno de los mayores problemas en las explotaciones comerciales, puesto que es en este momento cuando se deben sentar las bases para un correcto crecimiento y es a su vez, cuando más delicados son todos los animales en general (Borsella, 2006).

Entre las enfermedades infecciosas que afectan al ganado bovino durante la etapa de lactancia se encuentran las diarreas y las neumonías, constituyendo las dos principales causas de pérdidas en el ámbito mundial, especialmente en animales jóvenes, generando pérdidas económicas en el sector ganadero (Reyes, 2019; Zhang *et al.*, 2019).

Las neumonías en becerras, también denominado como complejo respiratorio bovino (CRB) o neumonía enzoótica, son de gran importancia económica debido a que se genera escasa inmunidad a los diferentes agentes infecciosos involucrados; por lo que los programas de vacunación contra esta enfermedad tienen efectos muy limitados, además aumenta considerablemente los costos directos generados por altas tasas de morbilidad y mortalidad, tratamientos, profilaxis, gastos de reposición, servicios veterinarios y costos indirectos, por disminución de la producción (Andrews y Kennedy, 1997; Agudé y Durón, 2003; Rivero *et al.*, 2013; Vallejo *et al.*, 2016; Maier *et al.*, 2019; Oliveira, 2020).

Los problemas respiratorios han aumentado en un 34% en los últimos 20 años, calculando que aproximadamente 25% de los becerros experimentan al menos un episodio de enfermedad respiratoria durante el primer año de vida, estas incidencias son mayores en los becerros machos que las hembras, además se estima que las neumonías causan aproximadamente 75% de los casos clínicos, y provocan de 45% a 55% de la mortalidad, en el caso de establos de la Región Lagunera las tasas de morbilidad de neumonías es del 11% (Borsella, 2006; García y Daly, 2010; Reyes, 2019; Salazar-Salazar *et al.*, 2019).

## II.- CRIANZA DE BECERRAS HOLSTEIN

El periodo de crianza en los sistemas de producción comprende desde el nacimiento de la cría hasta que se desteta, dicho periodo es la base que garantiza el éxito y el desarrollo adecuado de toda unidad de producción lechera (Ramírez y Pelayo, 2010; Rendón, 2016; Martínez *et al.*, 2019; Reyes, 2019).

El propósito de la cría del ganado lechero es mejorar los parámetros productivos y reproductivos mediante manejo genético, en los cuales sus descendientes posean cualidades hereditarias para producir la máxima cantidad de leche y mejor calidad; de igual manera presenten un desarrollo corporal óptimo de acuerdo a su raza y especie. Integrado a esto un manejo adecuado a los animales, ellos expresarán al máximo su capacidad productiva. Desde la perspectiva económica, los mejores animales presentan mayores ganancias (Mejía, 2017).

Una buena crianza debe garantizar, en los sistemas de alojamiento al aire libre, que los terneros tengan reparo y camas de paja para protegerlos, suficiente espacio para realizar rotación luego de lluvias, así como también adecuada sombra y agua fresca en días calurosos. Mientras que, en los sistemas bajo techo, es esencial la ventilación e higiene, como así también contar con espacio extra que sirva de vacío sanitario (Martínez *et al.*, 2019).

La eficacia del programa de crianza tiene un impacto importante en las ganancias de un establo, ya que determinará la calidad de las vaquillas de reemplazo y su futuro comportamiento productivo, sin embargo, la falta de información, el mal manejo y la alimentación deficiente provocados por el deseo de bajar el costo de producción en esta etapa, considerada como "improductiva", son algunos de los aspectos que propician el fracaso en el programa de crianza. Además, dentro de un programa normal de desecho, del 20 al 30% de las vacas del establo necesitan ser reemplazadas cada año; por esta razón las vaquillas representan una gran inversión en cualquier explotación (Cueva, 2003).

## 2.1.- Administración de Calostro

El calostro bovino es una secreción de la glándula mamaria, rico en inmunoglobulinas (Ig), grasas, minerales y vitaminas, las cuales se depositan en la glándula mamaria comúnmente 24 días antes del parto, constituyendo el factor inmune por excelencia. Puede afirmarse que es el elemento más importante para la supervivencia del ternero neonato, para su salud y para la adquisición de nutrientes desde las primeras horas de nacido. El calostro contiene 3 tipos de inmunoglobulinas, IgG, IgM e IgA, donde la IgG representa el 85-90% del total, mientras que la IgM un 7% y la IgA 5% (Plaza *et al.*, 2009; Calderón, 2018; Pichardo-Matamoros *et al.*, 2020).

La vaca posee una placenta sindesmocorial, lo que impide que haya un traspaso de Ig hacia el feto en la etapa de gestación, por lo tanto el suministro de calostro es esencial las primeras horas de vida, ya que este provee la primera fuente de nutrientes y brinda una inmunidad pasiva al becerro (Aricada, *et al.*, 2004; Pirachicán, 2020).

El éxito en el manejo de las becerras inicia con el primer suministro de calostro. Las becerras que reciben una adecuada cantidad de calostro, presentan altas concentraciones de inmunoglobulinas circulantes en sangre, éstas se asocian con un descenso en la morbilidad y mortalidad por ciertas enfermedades infecciosas, tales como septicemia, enteritis, diarreas y enfermedades respiratorias (Valdez, *et al.*, 2019).

Las crías tienen la habilidad de absorber inmunoglobulinas en la sangre solo por un corto período después del nacimiento; esta eficiencia de absorción empieza a reducirse a las cuatro horas después del nacimiento y se reduce marcadamente después de 12 horas. Mientras más calostro tome durante las primeras 10 horas de vida, mayor será la concentración de inmunoglobulinas en el sistema inmune de la becerro. A este proceso se le conoce como transferencia de inmunoglobulinas (anticuerpos) lo que es importante para todos los rumiantes (Cueva, 2003).

En resumen, existen cuatro factores que contribuyen a una exitosa transferencia de inmunidad pasiva: suministrar calostro de calidad con una alta concentración de Igs (>50 g/l), ofrecer un adecuado volumen de calostro, brindarlo en las primeras dos horas de vida, y minimizar la contaminación bacteriana del mismo (Calderón, 2018; Avalos *et al.*, 2019).

## 2.2.- Alimentación

Las prácticas para alimentar a becerras jóvenes han cambiado significativamente en los últimos años por razones económicas y ambientales. La implementación de programas para la alimentación de becerras es una de las vías para lograr mayor eficiencia en la producción lechera. La alimentación en la vida temprana de la becerro, 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 becerro alcanza su edad adulta (González *et al.*, 2018).

A continuación se describe los dos tipos de alimentación para becerras:

- **Alimentación líquida:** Durante los primeros 30 a 60 días la fisiología digestiva de los becerros es similar a la de un monogástrico, por lo que requiere de una alimentación especial por un periodo determinado, la primera alimentación que debe recibir el ternero es una dieta líquida, a base de calostro como suministro inicial, leche o lactoreemplazadores y agua para poder sobrevivir, además que esto es necesario para el desarrollo de las papilas ruminales, ya que las bacterias que se encuentran dentro del rumen se desarrollan mejor en un ambiente acuoso. La dieta a base de sólo leche es ideal para los terneros, ya que provee de un correcto balance de proteínas, minerales, vitaminas y alto valor energético, lo cual es esencial para que haya un correcto desarrollo y crecimiento del ternero. (Ramírez y Pelayo, 2010; Almeida, 2013; Acosta, 2015; Avalos *et al.*, 2019; Pirachicán, 2020).

Como ya se mencionó, la leche después del calostro, es el alimento por excelencia de las becerras; sin embargo, en la actualidad existen sustitutos que dan resultados similares a los de la leche y generalmente son menos costosos. A partir del tercer día de edad se puede alimentar a la becerro con leche entera dándose 4 litros de leche diarios divididos en dos tomas. Si el animal es más grande o más pequeño de lo normal se requiere ajustar las cantidades de leche a razón del 10% de su peso vivo. Es recomendable utilizar leche entera hasta el destete; si esto es posible, o si hay una ventaja económica significativa en usar un sustituto de leche, esta sólo debe utilizarse después de que el becerro tenga los 14 días de edad (Cueva, 2003).

- **Alimentación sólida:** La alimentación sólida de los becerros durante los primeros 30 a 60 días de vida es de gran importancia pues la fisiología digestiva es como la de un monogástrico, por tal razón su estómago no está en capacidad de digerir alimentos fibrosos como los pastos y forrajes (Calderón, 2018).

La ingesta de dietas de iniciación a edad temprana apresura el crecimiento y optimizan el desarrollo ruminal. Se ha probado que el consumo de alimento sólido tiene la mayor contribución al desarrollo de las papilas ruminales y al destete a temprana edad (Cueva, 2003; Mejía, 2017).

Se debe proporcionar un alimento iniciador con un 20 % de proteína y relativamente alto en carbohidratos fácilmente fermentables para apoyar la fermentación necesaria para un adecuado tejido ruminal; los alimentos concentrados se suministran a los terneros para lograr un máximo consumo de materia seca y proteína, obteniendo como respuesta mejores elementos productivos como lo son ganancia diaria de peso y producción adecuada de ácidos grasos volátiles (Cueva, 2003; Mejía, 2017).

Como todo rumiante, los bovinos son animales forrajeros por naturaleza, esto quiere decir que las pasturas o forrajes son los alimentos con los que cubren todas sus necesidades clave: mantenimiento, crecimiento, preñez y desarrollo corporal, sin embargo, un error muy común es ofrecer a los becerros heno de primer corte, el cual es muy alto en fibra para ser digerido, por lo que es mejor proporcionar heno y grano hasta los cuatro meses de edad, y no ofrecer ensilados hasta después de esta edad ya que se pueden provocar problemas digestivos, debido a la acumulación de material indigestible en el rumen, reduciendo el consumo y retardando el desarrollo ruminal (Cueva, 2003; Gasque, 2008).

### **2.3.- Vacunación**

La vacunación contra patógenos bacterianos y virales es una valiosa medida de prevención y conduce a una mejor salud animal y menos pérdidas económicas (Melchner *et al.*, 2021).

El objetivo de incorporar una vacuna a un plan sanitario es la de generar resistencia poblacional para que las pérdidas que ocasiona una enfermedad sean mínimas. Las vacunas son efectivas cuando se incorporan a un “calendario” sanitario planificado, la decisión de vacunar cuando se detectan cuadros respiratorios y ante la necesidad de “hacer algo” no contribuirá a la solución del problema. También debería evitarse cierta tendencia a sobredimensionar la capacidad de protección de las vacunas; éstas brindan inmunidad limitada por lo que podrían aparecer algunos enfermos a pesar de su uso. Ninguna vacuna es un 100% efectiva. Una recomendación adicional en la elección de una vacuna es la de no sólo considerar su precio, sino también tener en cuenta la composición y calidad del producto, según la jerarquía del laboratorio fabricante (Odeón, 2015).

Se ha descrito el uso de vacunas para el control de patógenos bacterianos del complejo respiratorio bovino, sin embargo, se muestran resultados variables en

condiciones de campo. Este hallazgo podría ser debido al momento de la vacunación, no administrado antes de la exposición al patógeno, falta de refuerzo dosis y falta de atención a los factores de riesgo causales primarios. En algunas partes del mundo se ha vuelto una práctica común la vacunación de terneros entre 30 y 60 días de edad para prevenir el CRB, aunque se ha sugerido que la vacunación en animales tan jóvenes produce una respuesta de anticuerpos limitada (Palacio, 2020).

### **III.- CAUSAS DE NEUMONÍA EN TERNERAS**

Para el desarrollo de las neumonías se considera que es necesaria la presencia de cualquiera de los agentes infecciosos asociados a la enfermedad, aunque estos por si solos no son suficientes, ya que se requiere la concurrencia de otros factores para que se den las manifestaciones clínicas de la enfermedad (Palacio, 2020).

A continuación, se describen múltiples factores de riesgo asociados a la enfermedad clínica de las neumonías, dentro de las que se encuentran:

- Medio ambiente: Entre los factores 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 (Odeón, 2012; Rosa *et al.*, 2011; López y Martinson, 2017; Reyes, 2019).
- Aunque es difícil de evaluar en términos cuantitativos, el estrés es un factor de riesgo que hace susceptible los bovinos a diferentes enfermedades. Las causas más comunes de estrés en terneros son el destete, castración, hacinamiento y cambios en la alimentación, aumentando el riesgo y la gravedad de neumonías (Odeón, 2015; Kishimoto *et al.*, 2016).

- La edad es uno de los aspectos más notables relacionados con el animal que lo hacen susceptible a padecer problemas respiratorios. Los terneros más jóvenes, particularmente los de la categoría destete precoz, son más sensibles de padecer neumonías u otro tipo de enfermedad. Ello ocurre porque los animales de esta categoría sufren el estrés del destete en el momento en que los anticuerpos maternos que han recibido por el calostro son mínimos a esa edad y su sistema inmunológico aún no ha tenido oportunidad de generar sus propias defensas. Asimismo, los machos recién castrados, o animales en pobres condiciones de alimentación son categorías altamente susceptibles a enfermedades (Odeón, 2015).
- Otros factores que aumentan el riesgo de la enfermedad respiratoria son el compartir durante la primera semana de vida el medio ambiente con vacas o más de dos meses de diferencia de edad dentro de los grupos, y dejar a los terneros con las vacas por más de 24 horas luego del parto (García y Daly, 2010).

### **3.1.- Manejo**

Dado que las becerras representan el futuro del establo, es preciso que reciban un buen manejo que les permita optimizar su potencial genético (González *et al.*, 2018).

- Manejo del becerro al nacer: En el momento de nacer, debe inspeccionarse boca y nariz, retirando cualquier material que pueda interferir en la respiración normal. También se deberá desinfectar el cordón umbilical y la piel con un desinfectante adecuado, se recomienda sumergir el cordón umbilical y el área de aproximadamente 5 cm alrededor, en una solución de yodo al 7 al 10%, dentro de las 2 primeras horas de nacida. Se debe repetir al colocar el ternero en su corral y de nuevo 12 a 18 hrs. después. También

se puede usar una solución de Clorhexidina al 0,5% (Arancibia, (s.f.); Acosta, 2015).

- Suministro de calostro: El ternero neonato nace sin inmunidad por lo que el consumo de calostro de alta calidad le entregará las Inmunoglobulinas (Igs) esenciales para su sobrevivencia y crecimiento. Existen 2 factores que determinan el éxito o fracaso de un programa de calostro: El tiempo en que se administra el calostro al ternero después del nacimiento y la cantidad de inmunoglobulinas entregadas (Arancibia, (s.f.)).
- Alojamiento: La ternera debe nacer en un medio higiénico y seco. El alojamiento debe incluir: ambiente limpio y seco, buena ventilación y diseño que prevenga el contacto entre terneros (Arancibia, (s.f.); Acosta, 2015).
- 
- Identificación: El manejo final del ternero recién nacido es la identificación. Cada predio tendrá su propio método y forma de hacerlo. Generalmente se usan autocrotales metálicos y de plástico. Se deben identificar los animales inmediatamente después del nacimiento (Arancibia, (s.f.)).
- Destete: Los terneros con buen manejo como recién nacidos y como terneros de leche tendrán menos problemas en el destete. Los criterios empleados para el destete precoz se basan en la edad, peso corporal, ganancia diaria de peso, consumo total de dieta líquida y consumo diario de concentrado iniciador. Destetar becerros a los 60-70 días implica acelerar su transformación de lactante a rumiante mediante el cambio de dieta, lo cual no debería de afectar su crecimiento ni su salud (Ballina, 2010; Acosta, 2015).

### 3.2.- Estado inmunológico

La función principal de las vías respiratorias es el intercambio de gases en el que el oxígeno es transferido del medio ambiente a la sangre y el dióxido de carbono se mueve en la dirección opuesta. Otras funciones importantes incluyen un papel en la termorregulación en la mayoría de las especies; en la regulación ácido-base en conjunto con el riñón; en funcionamiento como órgano endocrino; en el metabolismo de sustancias metabólicamente activas; y en la respuesta inmune a los inmunógenos inhalados y patógenos (Constable *et al.*, 2017).

El sistema inmune de todas las especies de mamíferos comienza su desarrollo tempranamente durante la gestación, órganos linfáticos comienzan a diferenciarse alrededor de las 6 semanas de desarrollo fetal con la aparición del timo, a la que sigue progresivamente la aparición del bazo, médula ósea, ganglios linfáticos, amígdalas y finalmente las placas de Peyer a las 25 semanas. A medida que el sistema linfático se desarrolla el feto va adquiriendo la capacidad de responder a la estimulación antigénica, y puede producir anticuerpos contra algunos virus antes del comienzo del segundo trimestre de gestación. El ternero nace sin concentraciones detectables de inmunoglobulinas, aunque es inmunológicamente competente en el momento del nacimiento (Reggiardo, 2000; Avalos, *et al.*, 2019).

La placenta de la vaca constituye una barrera inmunológica que no permite el paso de las macromoléculas de inmunoglobulinas (Ig) hacia la sangre del feto. Al nacer, el ternero se halla desprotegido ante los microorganismos patógenos del medio extrauterino. Sin embargo, durante las dos o tres semanas anteriores al parto, la vaca produce calostro o primera secreción mamaria, la cual contiene una cantidad suficiente de Ig, lo que constituye un factor inmunológico insustituible para la supervivencia del ternero desde los primeros momentos de su vida (Plaza *et al.*, 2009).

Al momento del nacimiento, el ternero nace "agammaglobulinemico", es decir tiene baja inmunidad o "defensas" para enfrentar los microorganismos del medio ambiente. El calostro producido por su madre contiene estas defensas, las

inmunoglobulinas, y en la medida que lo ingiera dentro del primer día de vida podrá absorberlas (inmunidad pasiva- transferencia de la inmunidad temporal de la madre a la cría a través del consumo de calostro). Del segundo día en adelante, no existe la posibilidad que estas inmunoglobulinas traspasen la pared intestinal. El desarrollo de sus propias defensas (inmunidad activa), se realiza en los primeros 2 a 3 meses de vida. Además de las inmunoglobulinas, el calostro tiene un relevante rol nutricional, ya que contiene una elevada cantidad de nutrientes, como energía, proteínas, vitaminas y minerales (Bentley, (s.f); Calderón, 2018; Martínez *et al.*, 2019).

Una falla en la transferencia de inmunidad pasiva podría necesitar una respuesta inmune por parte de las terneras sin que su sistema inmunológico sea capaz de poder hacer frente a una invasión de organismos patogénicos. No obstante, otros factores como la edad de la madre, la raza y el método de alimentación del calostro pueden también afectar el estado inmunológico del ternero (Sánchez-Salas *et al.*, 2012; Benavides-Varela *et al.*, 2013).

### **3.3.- Agentes infecciosos**

La neumonía se define como la inflamación del pulmón caracterizada por exudación de células y líquido en los acinos respiratorios. Los principales signos clínicos que presentan los bovinos enfermos de neumonía son: aumento en la frecuencia respiratoria, tos, descarga nasal y ocular, fiebre y pérdida del apetito, entre otras (Méndez, 2011; Rosa *et al.*, 2011).

La etiología de las neumonías es multifactorial y no completamente definida. Los agentes etiológicos comúnmente aislados, incluyen diferentes patógenos de origen viral, bacteriano y una interacción de virus-bacteria, donde, los agentes infecciosos productores de esta enfermedad, el bovino y el entorno en que éste se encuentra, están íntimamente relacionados. (Juárez, *et al.*, 2003; Bagnis *et al.*, 2006; Rivero *et al.*, 2013; Grissett *et al.*, 2015; Anton *et al.*, 2016; Ordeix, 2016; Headley *et al.*, 2018).

Las enfermedades respiratorias ocurren entre las 4 y 6 semanas de edad. La neumonía puede variar de subclínica, aguda o crónica. La tasa de morbilidad es alta pero la tasa de mortalidad es bastante variable (Ordeix, 2016; Calderón, 2018).

### **3.3.1.- Agentes etiológicos virales**

Los agentes virales implicados en las neumonías producen lisis celular, lo que actúa como mediador de la inflamación de las vías aéreas, obstruyéndolas y produciendo tos no productiva, además comprometen los mecanismos de defensa respiratorios, debido a su replicación en el epitelio ciliar, permitiendo las infecciones bacterianas secundarias e interfiriendo en la producción de anticuerpos locales, lo que proporciona lugares favorables para la replicación bacteriana (Silva, 2019)

A continuación, se describen los principales agentes virales causantes de neumonía en becerras:

- ***Virus sincitial respiratorio (BRSV)***: virus patógeno, ampliamente difundido en la población bovina mundial con una tasa estimada de seropositividad del 60 al 70 %. Se puede presentar aislado o asociado a otros patógenos respiratorios, de hecho, es considerado el principal agente viral del Síndrome respiratorio bovino, pertenece al género *Pneumovirus*, y familia *Paramyxoviridae* son virus de forma esférica, con envoltura de membrana lipídica y genoma de ARN monocatenario, esto último es lo que los hace muy permisivos a generar variantes por mutaciones (Rivadeneira, 2012; Sacco, *et al.*, 2012; Posado, *et al.*, 2013; García *et al.*, 2016).

El virus se transmite por contacto directo o aerosoles, y por contacto de animal a animal, el periodo de incubación es de entre 2 a 5 días y se asocia con una alta morbilidad (60 a 80%) y la mortalidad puede alcanzar hasta el 20% , las becerras de seis meses son las más frecuentemente infectadas, a pesar de la

presencia de anticuerpos maternos, los signos más frecuentes de la infección son: fiebre mayor a los 42° C, descarga nasal, tos, incremento de la frecuencia respiratoria y depresión (Méndez, 2011; Rivero, *et al.*, 2013; Guerra-Maupome, *et al.*, 2019; Santos-Rivera, *et al.*, 2022).

- **Adenovirus Bovino:** Dos tipos de *Adenovirus*, el 3 y 5 parecen ser los más patógenos para becerras. La frecuencia ha sido reportada en becerras privadas de calostro. Un estudio reveló que la infección por adenovirus tipo 3 indujo bronquitis necrozante y alveolitis, caracterizada por la infiltración de células inflamatorias (Méndez, 2011).

Sin embargo, no existe en México información concerniente a la presencia de adenovirus en bovinos, ya sea en problemas respiratorios o digestivos. A nivel internacional, solo existe un estudio en el que se evaluó la infección de *Adenovirus* y *P. haemolytica* en corderos privados de calostro (Reyes, 2019).

- **Virus de la Parainfluenza:** virus miembro de la familia *Paramyxoviridae*. Su genoma está constituido por una simple cadena de ARN. Se caracterizan por estar envueltos en una membrana lipídica y proyectar espículas de glicoproteínas con actividad hemoaglutinante y hemolítica. El virus se replica en células del sistema inmune (macrófagos) y provoca una disrupción del aparato mucociliar lo que predispone a las complicaciones secundarias con *Mannheimia haemolítica* y *Pasteurella multocida* (García *et al.*, 2016).

Causa una enfermedad leve, caracterizada por presentar fiebre moderada, descargas a nivel de las mucosas nasales y oculares con fiebre y aumento del ritmo respiratorio, tos y posición ortopneica y La recuperación se da en pocos días (Méndez, 2011; García *et al.*, 2016).

- **Virus de la rinotraquitis infecciosa bovina:** enfermedad altamente contagiosa e infecciosa, producida por el *Herpesvirus* bovino tipo 1 (BHV-1),

pertenece al género *Varicellovirus* y la familia *Herpesviridae*. Poseen ADN como material genético, su nucleocápside tiene forma cúbica y presentan una envoltura lipídica que los hace sensibles a los solventes de lípidos. Las secreciones de los terneros afectados son extremadamente infecciosas y pueden afectar a animales de cualquier edad (Posado, *et al.*, 2013; García *et al.*, 2016; Reyes, 2019).

La sintomatología clásica descrita para BHV-1 se caracteriza por fiebre (40 a 42°C), aumento de la frecuencia respiratoria, anorexia y depresión, tos seca y persistente, exudado nasal bilateral y abundante salivación. El período de incubación es de aproximadamente 5 días, en casos agudos la enfermedad tiene una duración de 5 a 10 días. La mayoría de los animales se recupera salvo que se presenten complicaciones con infecciones bacterianas secundarias o infecciones virales concomitantes. Sin embargo, se sabe en la actualidad que este virus puede producir además de la infección respiratoria, cuadros: reproductivos, nervioso, digestivo y abortivo (Trigo, 1987; García *et al.*, 2016; Reyes, 2019).

### **3.3.2.- Agentes etiológicos bacterianos**

Las bacterias son ubicuas en la población bovina, y están presentes como comensales nasofaríngeos normales y, después del estrés o de una infección viral, pueden proliferar y ser inhaladas hacia los pulmones. Usualmente las infecciones bacterianas se encuentran de manera secundaria y han sido reconocidas como la mayor complicación de las enfermedades virales respiratorias agudas (Panciera y Confer, 2010; Méndez, 2011; Palacio, 2020).

Los agentes bacterianos más importantes que causan neumonía secundaria, en becerras son:

***Mycoplasma bovis***: También conocido como agente causante de la enfermedad respiratoria bovina (ERB), es un patógeno primario que a menudo se encuentra con otros patógenos mostrando sinergismo con: *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Histophilus somni* y con los virus respiratorios como: virus respiratorio sincitial bovino, *parainfluenza 3*, rinitis infecciosa bovina y virus de la enfermedad viral bovina (López, 2012; Grissett, *et al.*, 2015; Dudek, *et al.*, 2019).

*Mycoplasma bovis* tiene una morbilidad del 90% y una mortalidad del 50%. En México se presenta sobre todo en ganado lechero. Su periodo de incubación es de 3 a 6 semanas, aunque puede ser hasta de 6 meses (Méndez, 2011).

La enfermedad cursa con signos de fiebre de 40°C, anorexia, tos, bradicardia y depresión, el animal se aparta, no se mueve, y permanece con las patas abiertas, el lomo arqueado y la cabeza extendida, presenta dolor a la percusión torácica, a la auscultación se presenta roces pleurales ocasionados por la inflamación aguda, sin murmullo vesicular y con ruidos de líquidos y estertores húmedos. Las lesiones pulmonares son típicamente aquellas de una bronconeumonía crónica con numerosos bien delineados nódulos caseonecroticos. Microscópicamente, las lesiones son bastante características y consisten en distintas áreas de necrosis pulmonar centradas en bronquios o bronquiolos, la lesión es formada por un núcleo de finos detritos granulares eosinofílicos rodeados de un borde de neutrófilos, macrófagos y fibroblastos (Méndez, 2011; López y Martinson, 2017).

- ***Pasteurella multocida***: bacilo o cocobacilo pequeño (0,2 x 1- 2µm), inmóvil, gram negativo, aeróbica o anaeróbica facultativa, positivos a oxidasa, fermentadores y no esporulan. Estas bacterias poseen fimbrias que favorecen la fijación a las mucosas. Causan una enfermedad puede ser

aguda o sobreaguda. Este microorganismo se puede aislar de las mucosas de animales clínicamente sanos con un comportamiento saprófito, pero condicionalmente patógeno, que bajo distintas circunstancias de estrés o inmunosupresión puede llegar a tomar niveles de virulencia que dominan la sintomatología y las lesiones en muchos procesos infecciosos. Se transmiten por contacto directo o a través de aerosoles (García *et al.*, 2016).

Las lesiones pulmonares ocasionadas por microorganismos del género *Pasteurella*, se caracterizan como neumonías de tipo lobar, con marcada congestión y edema del parénquima pulmonar, en donde se presentan comúnmente depósitos de fibrina, que forman adherencias entre los diferentes órganos de la cavidad torácica (Pijoan *et al.*, 1999).

- ***Mannheimia haemolytica***: considerada la bacteria más común patógeno en el ganado vacuno y habitante normal de la nasofaringe, volviéndose oportunista durante estrés o infección viral bacteria, es gram negativa, encapsulada, no móvil, de forma cocobacilar o de bacilo pequeño pleomórfico (Grissett *et al.*, 2015; García *et al.*, 2016).

La enfermedad se caracteriza por una severa fibrinosa bronconeumonía, lo que refleja el hecho de que la muerte generalmente ocurre temprano o en una etapa aguda (López y Martinson, 2017).

- ***Haemophilus somnus***: Bacteria descubierta por primera vez en Colorado, E.UA. en 1956, como agente causal de meningoencefalitis tromboembolia en bovinos. En la actualidad se sabe que también produce infecciones en el sistema respiratorio, reproductor, digestivo y musculo-esquelético y renal (Reyes, 2019).

Las neumonías de campo producidas por *Haemophilus somnus* se caracterizan por consolidación pulmonar gris a roja, que pueden involucrar de un 5% a un 80% del volumen pulmonar total, siendo poco frecuente encontrar una pleuritis de tipo fibrinoso, entre los signos respiratorios por *H. somnus* incluye: disnea, descarga nasal serosa, depresión y fiebre (Pijoan *et al.*, 1999; Reyes, 2019).

### **3.4.- Tratamiento**

Una vez que los signos de enfermedad respiratoria se hacen evidentes en un becerro, es necesaria una terapia apropiada. El mejor tratamiento, generalmente es sintomático, este se hace para intentar eliminar el agente infeccioso y tratar los síntomas producidos, para ello se usan mucolíticos o expectorantes, los cuales permiten eliminar las flemas que el cuerpo produce para intentar contrarrestar el agente y atrapar la mayor cantidad posible, antitusígenos para eliminar la tos seca, AINES, para tratar la fiebre y la inflamación presente en las vías respiratorias, y antibióticos, estos no tienen efecto sobre las infecciones virales, sino que son usados para combatir las infecciones bacterianas primarias o secundarias tales como *Pasteurella*, *Mannheimia* y *Mycoplasma*. Existe disponible una gama amplia de antibióticos, la mayoría como medicamentos de prescripción que pueden obtenerse cuando existe una relación válida entre el veterinario y el paciente.

El tratamiento es más efectivo inmediatamente luego de detectados los signos clínicos; las fallas de la medicación no son infrecuentes cuando el tratamiento no se inicia hasta avanzada la enfermedad. Las decisiones de tratamiento deben hacerse previa consulta con un veterinario y de ser posible mediante el uso de resultados de sensibilidad bacteriana a los antibióticos. Otras terapias utilizadas incluyen complejos vitamínicos, probióticos, soluciones de electrolitos (García y Daly, 2010; Odeón, 2015; Silva, 2019).

### 3.5.- Prevención y Control

Los problemas respiratorios han aumentado en un 34% en los últimos 20 años, causando cerca de 21% de la mortandad de los terneros. Las terneras que sobreviven continúan con un desempeño pobre al convertirse en vacas adultas. Para prevenir este problema, es importante tener en cuenta tanto causas predisponentes como determinantes (García y Daly, 2010).

Las medidas preventivas adecuadas comienzan con el manejo de los terneros jóvenes y comprenden los siguientes puntos:

- Un suministro adecuado de calostro. La ingestión de un nivel adecuado de calostro, es esencial para mejorar la salud y la supervivencia de terneros neonatos. Se recomienda una ingestión de 4 litros de calostro o el 10% de su peso corporal, dentro de 4 a 6 horas después de nacido (Acosta, 2015; Melchner *et al.*, 2021).
- Mantener locales limpios y secos para los terneros es de suma importancia para reducir la incidencia de la enfermedad respiratoria. Para reducir el número de bacterias en el ambiente, se pueden tomar medidas importantes, tales como aumentar el área disponible y disminuir la temperatura del corral. El alojamiento con temperaturas bajas tiene efectos benéficos, ya que el crecimiento bacteriano es menor en ambientes fríos (García y Daly, 2010).
- Una ventilación que proporcione un intercambio de aire adecuado, es también crítica para reducir no sólo los contajes bacterianos en el aire sino también la concentración de amoníaco que irrita el tracto respiratorio. Sin embargo, los productores deben ser capaces de diferenciar entre ventilación adecuada y corrientes de aire que pueden resultar en stress por frío (García y Daly, 2010; Melchner *et al.*, 2021).

-

#### IV.- BIBLIOGRAFIA

- I. Acosta, H. A. A. 2015. Crianza de becerra del nacimiento al destete. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón Coahuila. pp. 1-53.
- II. Aguadé, P. P., Durón, C. J. A. 2003. Costos provocados por neumonías en beceras lecheras para remplazo, mantenidas bajo dos sistemas de alojamiento. *Veterinaria México*. 34 (4). pp. 333-342.
- III. Almeyda, M. J. 2013. Manual de manejo y alimentación de vacunos: Parte I: recría de animales de reemplazo en sistemas intensivos. Sitio Argentino de Producción Animal. pp.1-15.
- IV. Andrews, G. A., Kennedy, G. A. 1997. Respiratory Diagnostic Pathology. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 13 (3).
- V. Anton, B. P., Harhay, G. P., Smith, T. P. L., Blom, J., Roberts, R. J. 2016. Comparative Methylome Analysis of the Occasional Ruminant Respiratory Pathogen *Bibersteinia trehalosi*. *PLOS ONE*. 11(8).
- VI. Arancibia, B. R. s.f. Manejo del ternero recién nacido. Universidad de Chile. pp. 1-4.
- VII. Aricada, H. J., Bedoya, R., Pilar, G. A., Heredia, C., Maldonado, A. M., Peláez, C. *et al.* 2004. Competencia inmunológica en la primera semana de vida en terneros mantenidos bajo dos sistemas de producción de leche. *Rev Col Cienc Pec*. 17 (2).
- VIII. Avalos, G. R., Revuelta, P. B. P., Dimas, R. N., Cisneros, A. R., Avalos, G. J. 2019. Costos de alimentación en beceras Holstein suministrando leche

entera adicionada con extracto de plantas medicinales. Revista Mexicana de Agronegocios. 45.

- IX. Bagnis, G., Rabaglino, M. B., Raviolo, J. M., Schleef, N. 2006. Estudio histopatológico, etiológico e inmunohistoquímico de lesiones compatibles con neumonías intersticiales en el ganado bovino. Revista electrónica de veterinaria. 7 (9). pp. 1-7.
- X. Ballina, G. B. A. 2010. Manual sanitario eficiente del ganado bovino: principales enfermedades. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. pp. 1-48.
- XI. Benavides -Varela, D., Elizondo - Salazar, J. A., González-Arias, E. 2013. Estado inmunológico de terneras y terneros de lechería en la región Huerta de Costa Rica, año II. Agronomía Mesoamericana. 24 (2). pp. 285-291.
- XII. Bentley, J., Castillo, L. E., Clark, K., Kononoff, P., Ramírez, R. H., Robinson, A. s.f. Manejo y cuidado de becerros recién nacido y calostro. IOWA STATE UNIVERTITY. pp. 1-5.
- XIII. Borsella, G. M. 2006. Neumonías y Prevención. Sitio Argentino de Producción Animal. 14 (175). pp. 33-36.
- XIV. Calderón, D. M. E. 2018. Evaluación del calostro pasteurizado y la suplementación de probióticos (Glycozyme) sobre el estado de salud en becerros lecheros Holstein en etapa de crianza. Universidad Autónoma de Baja California. pp. 1-50.
- XV. Constable, P. D., Hinchcliff, K. W., Done, S. H., Grünberg, W. 2017. Diseases of the respiratory system. Veterinary Medicine. pp. 845-1090.

- XVI. Cueva, A. A. 2003. Manual manejo crianza y desarrollo de reemplazos en hatos de lechería familiar. Universidad de Guadalajara. pp. 1-45.
- XVII. Dudek, K., Bednarek, D., Ayling, R. D., Kycko, A., Reichert, M. 2019. Preliminary study on the effects of enrofloxacin, flunixin meglumine and pegbovigrastim on *Mycoplasma bovis* pneumonia. BMC Veterinary Research. 15.
- XVIII. García, A. D., Daly, A. R. 2010. Enfermedad respiratoria en los terneros lecheros, como prevenirla. Dairy Science. pp. 1-5.
- XIX. García, M. E., Segonds, S., García, J. P. 2016. Revisión bibliográfica de neumonía bovina y descripción de un caso clínico confirmado. Facultad de Ciencias Veterinarias. pp. 1-33.
- XX. Gasque, G. R. 2008. Enciclopedia Bovina. Universidad Nacional Autónoma de México. 1 era edición. pp. 1-420.
- XXI. González, A. R., Peña, R. B. P., Rodríguez, D. N., Ávila, C. R., González, A. J. 2018. Crecimiento y costos de alimentación de becerras lecheras con diferente régimen de alimentación. I Congreso Iberoamericano y XXXI Congreso Internacional en Administración de empresas Agropecuarias. pp. 1-11.
- XXII. Grissett, G. P., White, B. J., Larson, R. L. 2015. Structured literatura review of responses of cattle to viral and bacterial pathogens causing bovine respiratory disease complex. Journal of Veterinary Internal Medicine. 29. pp. 770-780.

- XXIII. Guerra-Maupome, M., Palmer, V. M., Mc Gill, J. L., Sacco, R. E. 2019. Utility of the neonatal calf model for testing vaccines and intervention strategies for use against human RSV infection. *Vaccines*. 7 (7).
- XXIV. Headley, S. A., Okano, W., Balbo, L. C., Marcasso, R. A., Oliveira, T. E., Alfieri, L. C., *et al.* 2018. Molecular survey of infectious agents associated with bovine respiratory disease in a beef cattle feedlot in southern Brazil. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 30 (2). pp. 249-251.
- XXV. Heinrichs, A.J. 1993. Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. *J. Dairy Sci.*, 76, 3179–3187.
- XXVI. Juárez, B. F., Trigo, T. F. J., Chávez, G. G., Vargas, G. R. E. 2003. Identificación de agentes virales por inmunohistoquímica en enfermedades respiratorias de bovinos en corral de engorda. *Vet Méx.* 34 (1).
- XXVII. Kishimoto, M., Tsuchiaka, S., Rahpaya, S. S., Hasebe, A., Otsu, K., Sugimura, S. *et al.* 2017. Development of a one-run real-time PCR detection system for pathogens associated with bovine respiratory disease complex. *The Journal of Veterinary Medical Science*.
- XXVIII. López, A., Martinson, S. A. 2017. Respiratory system, mediastinum, and pleurae. *Pathologic Basic of Veterinary Disease*. pp. 471-560.
- XXIX. López, J. R. 2012. Estudio serológico de *Mycoplasma bovis* en becerras Holstein lactantes por la técnica de ELISA. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coahuila. pp. 1-60.
- XXX. Maier, G. U., Love, W. J., Karle, B. M., Dubrovsky, S. A., Williams, D. R., Champagne, J. D., *et al.* 2019. Management factors associated with bovine

respiratory disease in preweaned calves on California dairies: The BRD 100 study. *J Dairy Sci.* 102. pp. 7288-7305.

- XXXI. Martínez, R. A., Pereira. G. J., Priore, C. L. 2019. Efectos de dos planos de alimentación durante la etapa lactante de terneras Holstein sobre el consumo de nutrientes y su desarrollo corporal. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. pp. 1-37.
- XXXII. Mejía, L. A. J. 2017. Peso al nacer y al destete de terneros y terneras Holstein y Jersey bajo estrés calórico en Mexicali, Baja California, México. Universidad Autónoma del Estado de México. pp. 1-89.
- XXXIII. Melchner, A., Van de Berg, S., Scuda, N., Feuerstein, A., Hanczaruk, M., Schumacher, M., *et al.* 2021. Antimicrobial resistance in isolates from cattle with bovine respiratory disease in Bavaria, Germany. *Antibiotics.* 10.
- XXXIV. Méndez, R. I. R. 2011. Principales enfermedades infecciosas en becerras. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. pp. 1-39.
- XXXV. NAHMS. (2007). Heifer and Cow Mortality; USDA APHIS VS: Fort Collins, CO, USA; p. 3.
- XXXVI. Odeón, A. 2012. Guía para el diagnóstico de las enfermedades respiratorias de los bovinos. Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 1-5.
- XXXVII. Odeón, A. C. 2015. Enfermedad respiratoria bovina ¿Qué es posible hacer para su control? INTA. pp. 1-6.
- XXXVIII. Oliveira, V. H. S., Agnol. A. M. D., Fritzen, J. T. T., Lorenzetti, E., Alfieri, A. A., Alfieri, A. F. 2020. Microbial diversity involved in the etiology of a bovine

respiratory disease outbreak in a dairy calf rearing unit. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*. 71.

- XXXIX. Ordeix, A. J. J. 2016. Gamitromicina una alternativa en la terapéutica de la enfermedad respiratoria bovina (ERB). Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. pp. 1-40.
- XL. Palacio, P. J. A. 2020. Frecuencia del complejo respiratorio bovino en terneras de cero a seis meses en la ganadería Boca del Monte. Corporación Universitaria Lasallista. Caldas-Antioquia. pp. 1-33.
- XLI. Panciera, R. J., Confer, A. W. 2010. Pathogenesis and pathology of bovine pneumonia. *Vet Clin Food Anim*. 26. pp. 191-214.
- XLII. Pichardo-Matamoros, D., Elizondo-Salazar, J. A., Jiménez-Sánchez, C. 2020. Seroconversión al VDVB en vacas coinfectadas con VLBE y HVB-1: fundamento de la calostrogénesis y efecto de la infección persistente causada por el VDVB. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 28. pp. 1-2.
- XLIII. Pijoan, A. P., Aguilar, R. F., Morales, A. J. F. 1999. Caracterización de los procesos neumónicos en becerros lecheros de la región de Tijuana, Baja California, México. *Veterinaria México*. 30 (2). pp. 149-155.
- XLIV. Pirachicán, M. J. C. 2020. Diseño de protocolos para la cría de terneras lecheras del CIC Santa María. Universidad de La Salle. pp. 1-39.
- XLV. Plaza, J., Martínez, Y., Ibalmea, R. 2009. Respuesta del uso eficiente del calostro en los terneros de una lechería. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 43 (1). pp. 15-18.

- XLVI. Posado, R., Bartolomé, D., San Miguel, J. M., García, J. J. 2013. Rinotraqueitis infecciosa bovina y virus respiratorio sincitial bovino en ganado de Lidia en Salamanca. Arch. Zootec. 62 (238). pp. 181-190.
- XLVII. Ramírez, M. G., Pelayo, T. P. 2010. Manual: crianza de becerras en pastoreo. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. pp. 1-20.
- XLVIII. Reggiardo, C. 2000. Vacunas, inmunidad y resistencia a la infección en el ternero. XXI Congreso Mundial de Buiatría. Punta del Este, Uruguay. pp. 1-6.
- XLIX. Rendón, B. A. 2016. Terneras de remplazo en la lechería La Salle Dairy ubicada en California Estados Unidos. Corporación Universitaria Lasallista. pp. 1-40.
- L. Reyes, R. A. 2019. Morbilidad de diarreas en becerras lecheras y su efecto en su desarrollo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. pp. 1-92.
- LI. Rivadeneira, L. J. F. 2012. Complejo respiratorio Bovino. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. pp. 1-150.
- LII. Rivero, R., Sallis, E. S. V., Callero, J. L., Luzardo, S., Giannechini, R., Matto, C. *et al.* 2013. Enzootic pneumonia associated to bovine respiratory syncytial virus (BRSV) in calves in Uruguay. SMVU. 49 (192). pp. 29-39.
- LIII. Rosa, R. J. L., Martínez-Maya, J. J., Hernández-Castro, R., Jaramillo-Arango, C. J., Aguilar-Romero, F., Suarez-Güemes, F. *et al.* 2011. Frecuencia de aislamientos de *Mannheimia haemolytica* y *Pasteurella*

*multocida* en becerras con signos clínicos de enfermedad respiratoria, en un complejo lechero del estado de Hidalgo, México. Vet. Méx. 43 (1).

- LIV. Sacco, R. E., McGill, J. L., Palmer, M. V., Lippolis, J. D., Reinhardt, T. A., Nonnecke, B. J. 2012. Neonatal calf infection with respiratory syncytial virus: drawing parallels to the disease in human infants. Viruses. 4.
- LV. Salazar-Salazar, M. A., Rodriguez-Hernandez, K., Ochoa-Martínez, E., Núñez-Hernández, G. 2019. La pasteurización del calostro no es suficiente para mantener la salud de becerras. Ciencia e Innovación. 2 (2). pp. 119- 132.
- LVI. 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. Agronomía Mesoamericana. 23 (2). pp. 321-327.
- LVII. Santos-Rivera, M., Woolums, A. R., Thoresen, M., Meyer, F., Vance, C. K. 2022. Bovine respiratory syncytial virus (BRSV) infection detected in exhaled breath condensate of dairy calves by near-infrared aquaphotomics. Molecules. 27 (549).
- LVIII. Silva, G. O. J. 2019. Caso de neumonía en ganado de carne en la finca piloto “La Perla” de la cooperativa Colanta. Corporación Universitaria Lasallista. Caldas-Antioquia. pp. 1-37.
- LIX. Trigo, F. J. 1987. El complejo respiratorio infeccioso de los bovinos y ovinos. Ciencia Veterinaria. 4. pp. 1-37.
- LX. US Department of Agriculture. 2007. Heifer Calf Health and Management Practices on US Dairy Operations, 2007; USDA APHIS VS CEAH: Fort Collins, CO, USA, 2010.

- LXI. Valdez, R. J., González-Avalos, R., Ávila –Cisneros, R., Peña- Revuelta, B., Reyes-Romero, A. 2019. Impacto económico de la mortalidad y morbilidad por enfermedades en becerras lecheras. *Abanico Veterinario*. 9. pp. 1-7.
- LXII. Vallejo, T. D. A., Chaves, V. C. A., Morrillo, P. D. P., Astaiza, M. J. M., Melo, L. C. C. 2016. Determinación histopatológica de patrones neumónicos del complejo respiratorio bovino en el municipio Pasto, Colombia. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 11 (1).
- LXIII. Wathes, D.C.; Brickell, J.S.; Bourne, N.E.; Swali, A.; Cheng, Z. 2008. Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. *Animal*, 2, 1135–1143.
- LXIV. Zhang, H., Wang, Y., Chang, Y., Luo, H., Brito, L. F., Dong, Y., *et al.* 2019. Mortality-culling rates of dairy calves and replacement heifers and its risk factors in Holstein cattle. *Animals*. 9.