

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS



Uso de la ultrasonografía como herramienta en la detección daño pulmonar

Por:

Ángel García Toalá

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Junio 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Uso de la ultrasonografía como herramienta en la detección daño pulmonar

Por:

Ángel García Toalá

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



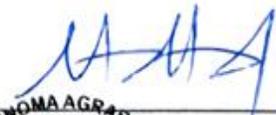
Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz
Presidente



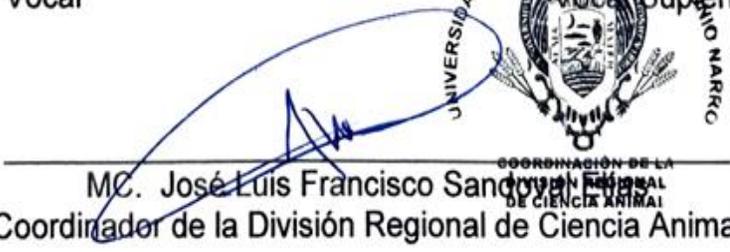
Dr. Ramiro González Ávalos
Vocal



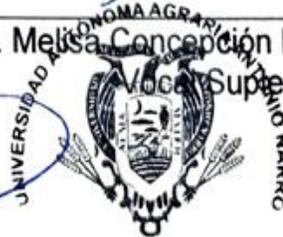
MC. Blanca Patricia Peña Revuelta
Vocal



M. IQB. Melissa Concepción Hermosillo Alba
Vocal Suplente



MC. José Luis Francisco Sandoval Flores
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Junio 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Uso de la ultrasonografía como herramienta en la detección daño pulmonar

Por:

Ángel García Toalá

TESIS

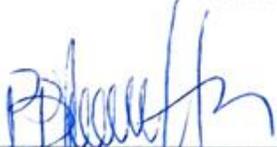
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

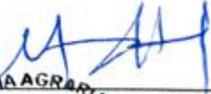
Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Ramiro González Avalos
Asesor Principal



MC. Blanca Patricia Peña Revuelta
Coasesor



M. IQB. Melisa Concepción Hermosillo Alba
Coasesor



MC. José Luis Francisco Sandoval Flores
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México

Junio 2024

AGRADECIMIENTOS

A Dios. Por permitirme lograr el sueño de ser un profesionalista y darme la oportunidad de compartirlo con mi familia y amigos.

A mis padres. José García Santiago y María Ledia Toalá Pérez, por todo el apoyo, cariño y confianza que me brindaron para poder realizar este sueño y a pesar de algunos obstáculos siempre estuvieron para mí.

A mis hermanos. José García Toalá e Iván García Toalá, por acompañarme a lo largo de la carrera apoyándome incondicionalmente y estar siempre al pendiente y ayudándome ante cualquier situación.

Al Dr. Ramiro González Avalos. Por brindarme su gran apoyo, paciencia y conocimientos en la realización de este proyecto.

Al establo en donde se realizó el trabajo y al MVZ. Gonzalo Lesama por la disposición y el apoyo que nos dieron para realizar este proyecto.

A mi Alma Terra Mater. Por brindarme los conocimientos fundamentales para mi formación profesional, dejándome buenas experiencias con excelentes profesores, compañeros y buenos amigos.

DEDICATORIAS

A mis padres. José García Santiago y María Ledia Toalá Pérez, por inculcarme el valor de ser disciplinado, trabajador, constante y gracias a esto poder cumplir esta meta que tanto anhelaba, este logro también es de ustedes.

A mis hermanos, José García Toalá e Iván García Toalá, por todo su apoyo, amor y motivación que me brindaron para seguir adelante durante toda la carrera.

A mis abuelos, quienes fueron, son y serán parte fundamental en mi motivación día con día.

RESUMEN

El complejo respiratorio bovino es el segundo padecimiento con más alta morbilidad y mortalidad en el área de becerras en crianza y desarrollo de los establos lecheros, siendo provocado por una causa multifactorial en donde la mayoría de ellos ocasionan lesiones en los pulmones, pero no todos manifiestan signos clínicos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el daño del pulmón por medio de la ecografía. Se realizó un estudio en becerras Holstein destetadas dentro de un rango de edad de 2 a 5 meses, a las cuales se les realizó una revisión pulmonar guiada con ayuda de un estetoscopio para detectar ruidos pulmonares anormales y con esa información hacer uso del ultrasonido para examinar en el área auscultada si presentaba algún daño pulmonar, como colas de cometa, consolidaciones, abscesos o nódulos. Al igual se observó si las becerras presentaban o no manifestaciones clínicas como tos, secreción ocular y secreciones nasales para poder deducir si existe una correlación entre los signos clínicos presentados en las becerras con las lesiones pulmonares detectadas por el ultrasonido. Con relación a los resultados obtenidos se observó que la ecografía si es factible para detectar lesiones pulmonares.

Palabras clave: Becerra, Consolidación, Ecografía, Morbilidad, Multifactorial

Índice general

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
Índice general	iv
Índice de cuadros	v
Índice de Figuras	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	3
1.2 Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Principales desafíos de salud en el área de crianza	3
2.2 Complejo respiratorio bovino	4
2.3 Principales infecciones virales causantes de CRB	5
2.3.1 Coronavirus bovino (CVB).....	5
2.3.2 Diarrea Viral Bovina (DVB).....	7
2.3.3 Parainfluenza tipo 3 (PI3)	8
2.4 Principales infecciones bacterianas causantes de CRB	9
2.4.1 <i>Pasteurella multocida</i>	9
2.4.2 <i>Mannheimia haemolytica</i>	10
2.4.3 <i>Mycoplasma bovis</i>	11
2.5 Porcentaje de morbilidad y mortalidad.....	13
2.6 Impacto económico.....	14
2.7 Diagnóstico clínico.....	16
2.8 Nuevo uso para la ultrasonografía.....	18
2.9 Impacto de la ultrasonografía en el diagnóstico de complejo de enfermedades respiratorias.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
LITERATURA CITADA	30

Índice de cuadros

Cuadro 1.	Resumen de presupuesto para reemplazo lechero en USD.	16
Cuadro 2.	Relación entre enfermedad clínica respiratoria respecto a lesiones diagnosticadas por ecografía dirigida y ganancia de peso.	25

Índice de Figuras

- Figura 1. Diferentes tipos de diarrea. a) diarreas amarillas. b) diarreas con coágulos de sangre. Provocados por una cepa enteropatógena de coronavirus bovino. 7
- Figura 2. Lesiones en los pulmones. A: Aspecto externo del pulmón, evidencia pleuroneumonía fibrinosa con consolidación craneoventral. B: Corte transversal del pulmón con nódulos multifocales, coalescentes con exudado caseoso color blanco. 12
- Figura 3. Sitios de auscultación y ultrasonografía torácica utilizados en terneros antes del destete. 21
- Figura 4. Imágenes de ultrasonido correspondientes a las 4 lesiones evaluadas en terneros lecheros. 22
- Figura 5. Imágenes ultrasonográficas del pulmón izquierdo en donde se observan lesiones como: (A) nódulos, (B) absceso, (C) consolidación pulmonar, (D) colas de cometa. 26

1. INTRODUCCIÓN

Este grupo de enfermedades respiratorias en bovinos se volvió el padecimiento más estudiado desde finales del siglo XIX conforme el incremento de su incidencia en los últimos años. Se ha convertido en una gran dificultad para los médicos veterinarios y productores ya que es representada por ser la encargada de tener la mayor pérdida económica por mortalidad y morbilidad. Este tipo de enfermedades se presentan mayormente en las estaciones de otoño e invierno y algunos factores que pueden producirlas son situaciones estresantes como: el transporte, manejo, deshidratación o hambre, la no adaptación a los bebederos o comederos del establo, la mezcla y reagrupamiento de animales de diferentes lugares, el estrés calórico, mala ventilación y altos niveles de humedad (Puig *et al.*, 2022).

Estas enfermedades respiratorias son uno de los inconvenientes para que se dé un buen bienestar animal en los establos lecheros y otros sectores ganaderos con diferente fin. La agrupación de estas enfermedades va desde una inflamación subclínica de las vías respiratorias hasta llegar a una neumonía potencialmente mortal, el control de este tipo de enfermedades es de gran preocupación pública ya que se encuentra dentro de la controversia sobre el uso de antimicrobianos puesto que parte de estos animales son destinados a la producción de alimento y a la vez se podría desarrollar una resistencia a los antimicrobianos en los humanos (Lowie *et al.*, 2022).

El complejo respiratorio bovino en terneras de reemplazo da como consecuencias fuertes recaídas, incremento en la mortalidad, transmisión de agentes patógenos y atraso en el crecimiento, además del tiempo y manejo que se le debe de dar al

animal para monitorear su estado de salud y administrar el tratamiento (Buczinski *et al.*, 2014). Cuando ocurre una infección en el animal durante el periodo previo al destete afecta la capacidad de poder vivir y reduce en gran medida la productividad lechera esperada de la becerra en su futuro, por ello se debe de manejar un método de revisión y control de enfermedades respiratorias en los corrales de reemplazo para tener una detección precisa e implementar el tratamiento acorde a los padecimientos del inicio de la enfermedad y así contribuir a la reducción de la mortalidad y pérdidas económicas (Berman *et al.*, 2020).

Por otra parte, en diferentes investigaciones se ha comparado el uso de la ultrasonografía torácica con la radiografía torácica, valorando la detección de lesiones respiratorias en becerros. Se probó que la radiografía torácica puede encontrar lesiones pulmonares con un 86% de sensibilidad y un 89% de especificidad, además de que para poder usar este tipo de instrumento es necesario una capacitación y experiencia para poder realizar buenas detecciones de alguna patología. En cambio, la ultrasonografía es un método no invasivo, de poca inversión económica y no es necesario un personal especialista en el tema, si no solo con la herramienta que en este caso es el ultrasonido para poder obtener y traducir las imágenes obtenidas, la desventaja es que la ultrasonografía se restringe a descubrir lesiones debajo de la pared torácica, aun con todo esto logra tener una sensibilidad del 89% y una especificidad del 95%. Resumiendo lo planteado se puede decir que es mucho más factible el uso de la ultrasonografía torácica (Berman *et al.*, 2021).

1.1 Objetivo

Evaluar el daño del pulmón por medio de la ecografía.

1.2 Hipótesis

El uso de la ultrasonografía torácica en becerras destetadas puede diagnosticar daños pulmonares.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Principales desafíos de salud en el área de crianza

Inicialmente, una de las fases más importantes en cuanto a la supervivencia que puede tener una becerro recién nacido en un establo lechero se da en el área de crianza, sin embargo, en esta etapa también se aprecia un elevado porcentaje de morbilidad y mortalidad que corresponde de un 6% y 38% respectivamente. En esta área pueden ocurrir episodios que puede llegar desde potencializar el mejoramiento genético que contiene la becerro a base de sus progenitores, o dañar estos mismos aspectos, al igual que, inmunosuprimir al animal por medio de enfermedades multifactoriales las cuales pueden ser diarreas y neumonías que son las más comunes entre el nacimiento y el destete (Villaseñor *et al.*, 2022).

En relación con lo mencionado anteriormente sobre las enfermedades infecciosas con mayor porcentaje de mortalidad más habituales actualmente en el área de crianza, encontramos en primer lugar que los trastornos digestivos, específicamente con la manifestación clínica de la diarrea obtiene un 56.5% de los decesos y en segundo lugar están las enfermedades respiratorias con un 22.5%. Estos porcentajes reflejan el gran daño y el principal problema que se debe de combatir,

ya que en estas condiciones el ganadero no cumplirá con las hembras de reemplazo suficientes para el futuro, además de que las que hayan padecido de estas enfermedades no lleguen a tener las cualidades para ser una vaquilla lechera de reemplazo eficiente (Rocha *et al.*, 2019).

Teniendo en cuenta que el resultado primordial del área de crianza y desarrollo es poder obtener vacas que puedan garantizar una buena calidad y producción lechera para el establo, sin dejar de lado el manejo necesario para tener un buen porcentaje en cuanto a lo reproductivo, volviéndose un negocio rentable y que pueda ser bastante competitivo con otras alternativas que pueda tener el ganadero, como la compra de vaquillas gestantes (Castañeda *et al.*, 2022).

2.2 Complejo respiratorio bovino

Las enfermedades respiratorias en bovinos se pueden definir como un síndrome complejo y multifactorial, en el cual hay una interacción entre virus y bacterias oportunistas, factores externos causantes de estrés y el propio sistema inmunitario del animal, esto tiene gran participación en el progreso de la enfermedad, dando como consecuencia en el caso de bovinos de carne y de leche una disminución del rendimiento del animal, un aumento en las tasas de mortalidad y el incremento de costos asociados a el tratamiento que sostendrá (Cuevas-Gómez *et al.*, 2020).

Las distintas enfermedades que provoca el complejo respiratorio bovino (CRB) pueden ser causado por distintos virus o bacterias, generalmente cuando es por un virus, se encuentra la presencia de: coronavirus bovino (CVB), el virus de la diarrea viral bovina (DVB), el virus respiratorio sincitial bovino (VRSB), el virus de la parainfluenza tipo 3 (PI3) y el virus del herpes bovino tipo 1 (BHV-1). Cuando es por

bacterias se encuentran principalmente: *Mannheimia haemolytica*, *Mycoplasma bovis*, *Pasteurella multocida* e *Histophilus somni*. Casi todas de estas bacterias se pueden encontrar en el tracto respiratorio superior. Los virus actúan infectando al animal para que se inmunosuprima, a la vez que daña las vías respiratorias y debilita su sistema de defensa, en este punto puede darse la presencia de bacterias oportunistas las cuales proliferan y colonizan el pulmón, provocando una neumonía (Puig *et al.*, 2022).

Dentro del CRB se encuentra lo que es la consolidación pulmonar, de la cual se han confirmado por medio de investigaciones recientes en los establos que es responsable de afectaciones del crecimiento, especialmente en becerros de engorda. Así mismo, se ha encontrado que becerros lecheros que padecieron de consolidación pulmonar cuentan con un mal pronóstico para su futuro ya que se le atribuye a un crecimiento deficiente (Buczinski *et al.*, 2013).

2.3 Principales infecciones virales causantes de CRB

2.3.1 Coronavirus bovino (CVB)

Este agente viral tiene una distribución mundial, se estima como una propagación endémica en cada establo, ya sea de establos lecheros o de engorda. Otro aspecto importante es que este agente viral puede transmitirse primordialmente por vía oro-fecal, asimismo se han detectado casos en donde la transmisión fue a través de la vía directa (por secreciones en este caso como la inhalación de aerosoles con partículas virales). En consecuencia, una vez dentro este agente, puede llegar a afectar de manera entérica o neumónica. En la forma neumónica empieza por afectar el epitelio respiratorio de los cornetes nasales, llegando a la tráquea y

terminando en los pulmones. A partir de esto ocurre la replicación que da inicio a una expulsión del agente viral en secreciones nasolagrimalas, lo que conlleva a la presentación de los signos clínicos como conjuntivitis, disnea, fiebre, tos y depresión (Orozco *et al.*, 2020).

Betancourt *et al.* (2006), mencionaron que en la forma de infección neumónica no solo se presentan signos del aparato respiratorio, sino también es muy común la presencia de diarreas, ya sean amarillentas o en estados más graves con coágulos de sangre (figura 1). El tiempo de incubación de este agente llega a ser de 2 hasta 8 días en becerras gravemente afectadas. Las cuales hay una alta probabilidad que el 100% lleguen a verse afectadas por las diarreas, aunque normalmente en un transcurso de 2 semanas la mayoría de las becerras afectadas llegan a recuperarse, como máximo la infección se puede alargar hasta 8 semanas. Otras características de los signos clínicos un poco más específicos y a nivel macroscópico es que se puede observar una congestión en la tráquea, hemorragias petequiales y exudado serofibrinoide. Algo similar ocurre en la observación histopatológico del aparato respiratorio, ya que se analizan modificaciones que pueden provocar una alveolitis y una bronquiolitis.



Figura 1. Diferentes tipos de diarrea. a) diarreas amarillas. b) diarreas con coágulos de sangre. Provocados por una cepa enteropatógena de coronavirus bovino (Tomado de Betancourt *et al.*, 2006).

2.3.2 Diarrea Viral Bovina (DVB)

Este agente al igual como el descrito anteriormente tiene una distribución amplia por todo el mundo, teniendo un alto porcentaje de pérdidas económicas. Este agente puede llegarse a presentar desde una forma subclínica hasta una variable letal caracterizada por provocar la “enfermedad de las mucosas”. Este agente es representado por tener una afectación en el sistema inmune del animal, tiene tropismo especialmente en las células del sistema linfóide, epitelial y mieloide, en base a esto y a la coexistencia de otros factores o patógenos puede provocar complicaciones a nivel digestivo, reproductivo y respiratorio. Todos estos aspectos tienen relación con el tipo de transmisión de la enfermedad, ya que puede ser de manera vertical (vía transplacentaria, si la infección ocurre antes de los 125 días de gestación el feto concluirá su desarrollo pero será considerado un animal persistentemente infectado) y horizontal (por contacto directo: en convivencia de animales infectados y susceptibles, en cuestiones reproductivas por el semen contaminado, por contacto indirecto: con la presencia de fómites y de vectores como moscos hematófagos) (Nava *et al.*, 2013).

Desde el punto de vista de Vargas *et al.* (2009), las presentaciones clínicas que puede tener este agente viral son: afectación postnatal primaria, animales persistentemente infectados y la ya mencionada enfermedad de las mucosas. Las problemáticas respiratorias se centran más en la etapa de afectación postnatal, en donde se relaciona fuertemente con el CRB. Ya que en este periodo las afectaciones al aparato respiratorio comprometen demasiado la salud de los becerros, porque, al momento de diseminarse el virus por el animal este mismo empieza a inmunosuprimirse y con esto deja una entrada para las bacterias oportunistas o infecciones secundarias.

2.3.3 Parainfluenza tipo 3 (PI3)

Con respecto a este agente viral, se engloba en el género de los respirovirus, ya que produce enfermedades en el aparato respiratorio como neumonías y bronconeumonía. Las especies afectadas por este virus son animales domésticos, salvajes, al igual que los humanos. Por otra parte, la prevalencia de este virus en conjunto con otro agente viral, pueden llegar a provocar hasta un 15% de pérdidas económicas en el establo, ya que aunado a los problemas respiratorios también provocan importantes problemas reproductivos y agregándole la inversión que debe de hacer el ganadero para poder diagnosticar rápidamente los tipos de patógenos están afectando al hato (Fernández *et al.*, 2020).

La PI3 corresponde a ser causante de problemas respiratorios mayormente en ovinos y bovinos (principal reservorio) de una edad entre las 2 semanas a 12 meses. Tiene un porcentaje alto de distribución en varias partes del mundo, en México según muestreos realizados específicos para este virus, cuenta con un 86% de los

animales seropositivos. Su mecanismo de transmisión llega a ser por contacto directo y aerosoles de animales infectados, sin embargo, esta transmisión puede llegar a incrementar por un mal manejo de los animales, así como una mala ventilación en el lugar de descanso o una mala distribución entre los corrales que puede provocar una carga animal excesiva. Su periodo de incubación llega a ser de 4 a 12 días, aunque hay un gran porcentaje que el animal recién infectado pueda mostrar un cuadro subclínico. Este agente comienza dañando los macrófagos alveolares, esto produce evita el proceso de depuración pulmonar y resulta en un daño epitelial dando lugar a una infección por bacterias oportunistas en las vías respiratorias bajas. Algunas de las lesiones que se pueden encontrar son: consolidaciones pulmonares en lóbulos anteriores, rinitis con acompañado de secreciones serosas o mucopurulentas y se visualizan áreas con colapso (Reyes, 2019).

2.4 Principales infecciones bacterianas causantes de CRB

2.4.1 *Pasteurella multocida*

Mayormente el principal factor para que se llegue a dar una presentación grave en el animal por esta bacteria sería por una participación inicial de agentes virales, por ejemplo, el virus de la rinotraqueitis infecciosa bovina, parainfluenza, virus respiratorio sincitial bovino y en menores casos, adenovirus. Siendo más específicos, estos agentes virales provocan un efecto citopático determinadamente en el sistema respiratorio, con ello se disminuye la eliminación de bacterias y la aptitud fagocítica del macrófago alveolar, en base a esto aumenta la posibilidad de

colonizar los pulmones con *Pasteurella* spp. Por ello, esta bacteria actúa más como agente oportunista secundario que como origen primario (Jaramillo *et al.*, 2009).

Con respecto a la patogenicidad, esta inicia con la inhalación en gran medida de la bacteria llegando a producir una exotoxina la cual está conformada por una citotoxina y leucotoxina, que para los macrófagos y neutrófilos resultan ser altamente tóxicos, se genera una muerte de estos mismos, como resultado secretan una enzima proteolítica que dañan las membranas celulares e incrementan la absorción vascular que logra almacenar líquido en el intersticio de la pared alveolar, llegando a provocar un edema pulmonar y necrosis (Hernández, 2023).

2.4.2 *Mannheimia haemolytica*

Una de las principales bacterias que llegan afectar al sistema respiratorio del animal junto a *Pasteurella multocida*, es *Mannheimia haemolytica*, además de que estas bacterias son pobladores habituales de las tonsilas, la orofaringe y las vías superiores en el bovino saludable, al mismo tiempo esta es de las más patógenas y generalmente asociada con el CRB. La afectación que llega a provocar esta bacteria se puede desencadenar por factores como un mal calostrado, cambios repentinos de clima, situaciones estresantes o supresión del sistema inmune del becerro por alguna infección viral primaria. Esta afectación se basa en la replicación de estas mismas bacterias las cuales se empiezas a hospedar en las vías respiratorias superiores para luego desplazarse y colonizar los pulmones, causando signos tales como disnea, tos, secreciones nasales, fiebre, anorexia y depresión (Della Rosa *et al.*, 2022).

La coexistencia entre la *Pasteurella* y *Mannheimia* se puede dar en diferentes presentaciones, alguna de ellas puede ser: la edad (existen registros que marcan infecciones por neumonías en animales a partir de dos semanas hasta de 2 a 5 meses de edad), el agente patógeno involucrado (puede comprenderse por un agente viral primario) y diferentes ciclos de la enfermedad, entre otros. Esta infección da como resultado una neumonía fibrinosa aguda en base al factor de virulencia y mecanismos de inflamación, los cuales producen deficiencias respiratorias y en casos graves la muerte (Acosta, 2015).

2.4.3 *Mycoplasma bovis*

Como bien sabemos, micoplasma es una bacteria que puede provocar diversas apariciones clínicas en los bovinos. Se ve más relacionado cuando hay casos de mastitis, pero de igual forma puede tener presencia en signos clínicos como otitis, artritis y neumonía. Su vía de transmisión puede ocurrir de dos formas, directa (por fluidos como las secreciones nasales o la leche) e indirecta (por el contacto con alimento y agua contaminada por fluidos de animales contaminados). Otro rasgo importante que hay que mencionar, es su periodo de incubación, el cual varía de 3 semanas a 6 meses, posteriormente empiezan los daños en el aparato respiratorio (particularmente pulmones) en donde las bacterias esparcen por las corrientes sanguíneas para provocar daños en una o más articulaciones principalmente (Acuña *et al.*, 2021).

Esta bacteria al igual que las anteriores es un ocupante normal en el aparato respiratorio, además del aparato gastrointestinal y urogenital. En conjunto con la presencia de la diarrea viral bovina (DVB) y salmonella llegan a ocasionar grandes

pérdidas en los establos lecheros. Del mismo modo, pero en los establos de ganado de engorda, hay una elevada prevalencia por la manifestación de *Mycoplasma bovis* que va desde el 40 al 100%, en donde llega a afectar en mayor porcentaje a los becerros a partir de las primeras 4 semanas de vida, otro aspecto bastante importante a mencionar es el considerable porcentaje en la mortalidad que se refleja entre la segunda y sexta semana de edad. Se han encontrado signos clínicos como la existencia de focos caseonecroticos en pulmones, así como hiperplasia linfoide, engrosamiento de los septos alveolares, atelectasias, bronconeumonía, bronquiolitis y focos de necrosis coagulativa (figura 2). Por medio de diferentes estudios realizados sobre focos de infección por *Mycoplasma bovis* se ha determinado que son la neumonía provocada por esta bacteria es más usual en establos de ganado de engorda que en establos lecheros (Priyantha *et al.*, 2021).

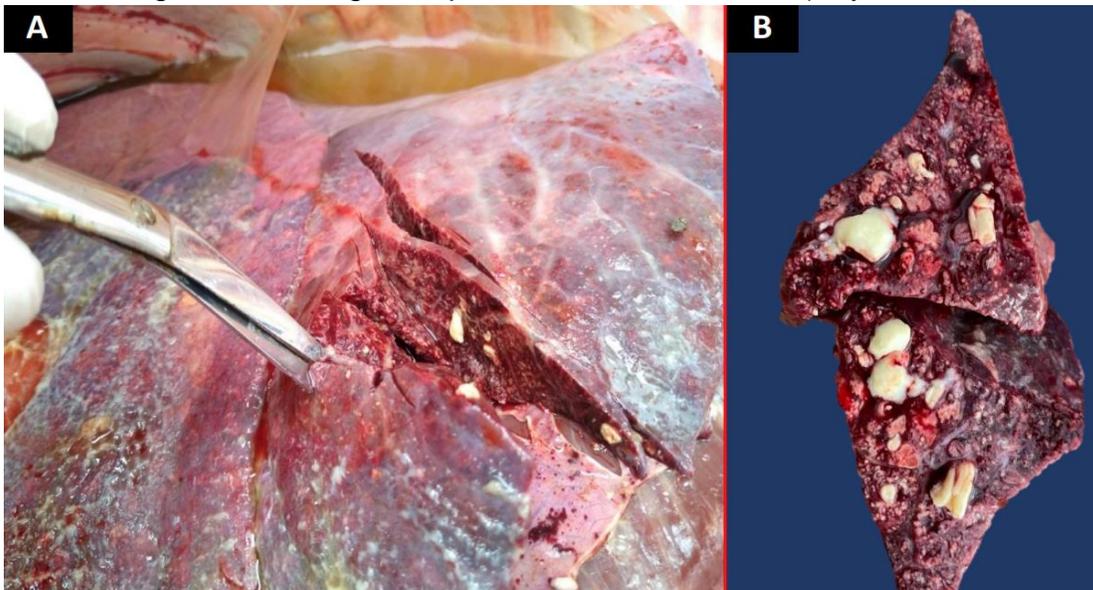


Figura 2. Lesiones en los pulmones. A: Aspecto externo del pulmón, evidencia pleuroneumonía fibrinosa con consolidación cráneo ventral. B: Corte transversal del pulmón con nódulos multifocales, coalescentes con exudado caseoso color blanco (Tomado de Sosa *et al.*, 2023).

2.5 Porcentaje de morbilidad y mortalidad

Mahmoud *et al.* (2022) informaron que, las enfermedades respiratorias bovinas son encargadas de un 23% de mortalidad en el lapso de tiempo antes del destete. Esto causa grandes pérdidas en la economía ya que se forman nuevos gastos con el tratamiento de los animales enfermos y disminución en la cantidad de becerras de la crianza.

Abdallah *et al.* (2019) mencionan que, en la crianza de becerras de reemplazo, cuando estas son tratadas en los primeros 3 meses de vida pueden llegar a tener 2,5 veces más probabilidad de morir después de los 3 meses de edad que las becerras que no reciben tratamiento. También hay repercusiones a largo plazo, los cuales han sido confirmados por medio de métodos de estudio en donde dice que las vaquillas que padecieron de consolidación pulmonar a los 60 días de nacidas tienen menos probabilidades de quedar preñadas y aumenta el porcentaje de animales mandados a sacrificar sin siquiera haber tenido su primer parto.

Se ha recopilado información del extranjero, específicamente de la República de Irlanda en donde se identifica como una causa muy común que llega hacer del 34% de mortalidad en becerros en un lapso de 1 a 5 meses de edad. También se realizaron estudios post mortem en donde los resultados de los organismos responsables de estas muertes son; *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Mycoplasma bovis* y el virus sincitial bovino (Rhodes *et al.*, 2021).

Los animales con mayor riesgo a contraer alguna enfermedad del CRB son los individuos que se encuentran con su sistema inmunitario debilitado, los que están padeciendo de otras enfermedades en ese momento, así como los que están con

un estado nutricional deficiente y a las terneras que aún no han sido vacunadas y han estado en exposición a este tipo de patógenos. Las enfermedades del CRB son la segunda enfermedad más común en crianza, inmediatamente después de la diarrea. Aunque en el área de desarrollo este complejo es el principal causante de morbilidad y de aumento de la mortalidad en las novillas destetadas (Puig *et al.*, 2022).

2.6 Impacto económico

Teniendo en cuenta que las enfermedades respiratorias en los becerros es una batalla interminable para el sector ganadero y principalmente para la salud de los animales, esto mismo ocurre con el apartado económico de la ganadería, ya que este complejo de enfermedades corresponde al 34% de las muertes antes y después del destete, incluida las enfermedades clínicas y subclínicas, estas logran causar mermas en las finanzas por el resultado de los tratamientos utilizados, las visitas del médico veterinario y la mortalidad que llega a tener, por otra parte también ocurren otro tipo de impactos que tienen que ver con este apartado económico, los cuales son la disminución de ganancia de peso diaria, el descenso de la producción de leche en su primera lactancia y el peso de la canal (Cuevas-Gómez *et al.*, 2021).

Acerca de lo ya mencionado anteriormente, sabemos que las enfermedades respiratorias tienen un alto porcentaje de mortalidad y son una de las afectaciones más habituales a partir de crianza, con esto se da inicio a un problema de alta gravedad el cual es, la disminución de animales de reemplazo. Este aspecto es de gran importancia en el establo lechero, ya que los animales de reemplazo se valoran dentro del 15-20 por ciento de la totalidad de gastos en producción de leche. Es así

como se debería de integrar nuevos métodos de diagnóstico temprano para este tipo de afectaciones respiratorias, ya que se sabe que existen herramientas para detectarlas y son de fácil manejo (González *et al.*, 2017).

Según Heinrichs (2001), advierte sobre lo importante que es para el ganadero saber los gastos que se producen al tener una crianza de becerras lecheras de reemplazo para el futuro del establo. Esto ayuda a comparar y recapacitar al ganadero las ganancias que genera al mantener un buen manejo en estas áreas, así como también, las pérdidas que obtendría al tener las áreas y no mantenerlas de una manera eficiente. Estos gastos se dividen en 2 aspectos: gastos ajustados, los cuales abarcan la maquinaria, posesión de tierras, infraestructura, equipamiento, reparaciones, seguros, impuestos y depreciación. Y el otro aspecto son los gastos variables, que abarcan los salarios a trabajadores, consultas veterinarias, manejos reproductivos, ración alimenticia y utilidades, estos gastos pueden verse modificados por el número de becerras criadas en un determinado lapso de tiempo. Al conocer las cantidades reales de lo que cuesta la crianza para las vaquillas de reemplazo (Cuadro 1), y compararlo con otras alternativas para resolver esta problemática, se determinara por mucho que la cría de vaquillas es el camino más conveniente.

Cuadro 1. Resumen de presupuesto para reemplazo lechero en USD (Tomado de Heinrichs, 2001).

Resumen de costo	0-3 m.	3-12 m.	12-24 m.	0-24 m.
Costos de alimentación	45.26	143.20	328.56	516.56
Costos variables totales	73.27	197.65	434.28	705.20
Costos totales ajustados	33.69	91.88	124.75	250.31
Costo promedio por mes	77.32	37.17	50.75	48.98
Costo promedio por día	2.54	1.22	1.67	1.61

2.7 Diagnóstico clínico

Cabe destacar que el CRB es un gran reto para los médicos veterinarios ya que es fundamental poder detectar a tiempo los signos clínicos que vaya presentando el animal, por otra parte, se vuelve más complicado cuando este complejo se encuentra de manera subclínica ya que podría aparentar que el animal está sano. Los signos comunes del CRB pueden incluir el aumento de temperatura, esquemas respiratorios anormales como taquipnea o disnea, respiración abdominal, secreción nasal, secreción ocular, caquexia, orejas caídas y letargo. Para este tipo de signos se han desarrollado sistemas de evaluación sencillos de emplear para los productores y con un porcentaje alto de fiabilidad, sin embargo, con el paso del tiempo se ha manifestado que estos signos clínicos con los que se evalúa no tienen una alta sensibilidad ni especificidad propias de este complejo de enfermedades (Buczinski *et al.*, 2014).

Inicialmente para realizar un diagnóstico clínico se tiene el método de la valoración de signos respiratorios clínicos, por medio de un sistema de puntuación respiratoria clínica, criterios subjetivos que pueden llegar a ser la apariencia o actitud depresiva

que aparente el becerro o también la auscultación con un estetoscopio, esto con el fin de determinar alguna enfermedad respiratoria que pueda estar presentando el becerro y establecer el tipo de tratamiento más recomendable. No obstante, estos métodos antes mencionados no son recomendados en la detección de terneros con lesiones respiratorias subclínica, es decir, que no muestren signos respiratorios clínicos (Cuevas-Gómez *et al.*, 2021).

Debido a que hay una falta de efectividad en el diagnóstico del CRB por medio de los signos presentes en el becerro se implementó un sistema de puntuación clínica entre las cuales las más destacadas son las puntuaciones respiratorias Wisconsin o California, que han resultado ser uno de los mejores parámetros en estos casos. Aunque el uso de estos sistemas solo llega a tener una precisión moderada (Lowie *et al.*, 2022).

Naturalmente se tiene como una herramienta esencial la auscultación torácica para la evaluación del aparato respiratorio de los animales, para ello se debe de tener un conocimiento para saber que se está escuchando al momento de un examen físico. En casos específicos de neumonía, al momento de realizar la auscultación torácica se pueden escuchar ruidos pulmonares anormales y se pueden diagnosticar fácilmente porque se escucha como tipo ronquidos y silbidos. Estos silbidos pueden estar creados por una turbulencia del oxígeno en el aparato respiratorio en partes estrechas. En el caso de los ronquidos o ruidos crepitantes se considera que pueden llegar a oírse como estallidos cortos por una repentina apertura de una dificultad de vías respiratorias por ejemplo cuando se encuentra la presencia de secreciones

mucopurulentas cuando un animal está padeciendo de una bronconeumonía (Buczinski *et al.*, 2014).

A causa de no tener un método de diagnóstico tipificado para dar una valoración en base a los signos que presente el animal sobre cualquier enfermedad respiratoria da como resultado dificultades para distinguir entre cuadros verdaderos de enfermedades y sobre la correcta elección de tratamiento. Una de las principales herramientas usadas para el examen físico referente al sistema respiratorio del animal es la auscultación, no obstante, a esta herramienta le hace falta precisión y sensibilidad ya que ronda entre el 6% a la hora de utilizarlo para diagnosticar, en este caso en becerros lecheros antes del destete. Se conoce una medida de evaluación a la que se le llama: puntuación clínica respiratoria, esto ayuda para otorgar un valor según los datos obtenidos del animal, así como la posición de las orejas, la aparición de tos y temperatura rectal, por su parte se ha corroborado que estos sistemas de puntuación cuentan con una precisión moderada, con una sensibilidad del 62% y una especificidad del 74% (Rhodes *et al.*, 2021).

2.8 Nuevo uso para la ultrasonografía

Antiguamente a partir de la década de 1990 se ha notificado que la evaluación de mínima invasión por medio de la auscultación del parénquima pulmonar es un instrumento de suma importancia para monitorear posibles lesiones torácicas que podrían estar asociadas con probables pleuritis o neumonías. Comparado con la ultrasonografía torácica, que esta se relaciona con descubrimientos macroscópicos y radiográficos, tiene otras ventajas como la facilidad del método de realización y cuenta con un gran potencial para que médicos e investigadores puedan fomentar

el uso de esta nueva tecnología para mejorar los diagnósticos clínicos en los terneros ya que por su parte el uso de esta herramienta no requiere necesariamente demasiada experiencia (Buczinski *et al.*, 2014).

Así mismo se ha comprobado a base de un nuevo uso de la ultrasonografía que tiene una gran capacidad para aumentar la especificidad diagnóstica en los becerros con enfermedades respiratorias subclínicas mayormente (Timsit *et al.*, 2019).

Como se ha mencionado antes el uso de la ultrasonografía torácica ha sido distinguido por tener una elevada y precisa detección de las patologías pulmonares debido a las enfermedades respiratorias en becerros ya que esta herramienta alcanza hasta un 79.4% de sensibilidad y un 93.9% de especificidad, al mismo tiempo ofrece una ventaja por sobre todas las otras herramientas que es la de determinar consolidación pulmonar en becerros de forma subclínica (Rhodes *et al.*, 2021).

2.9 Impacto de la ultrasonografía en el diagnóstico de complejo de enfermedades respiratorias

En vista de que se ha ido implementando diferentes tipos de puntuación clínica, así mismo, se ha incrementado su objetivo que es el de tener una mejor precisión para realizar un diagnóstico eficiente, ya que generalmente el examen clínico para diagnosticar signos del complejo respiratorio es por medio de el avistamiento de los signos y la auscultación torácica, en esta última podemos encontrarnos con alteraciones como las silbancias, ruidos bronquiales, crepitantes o ausencia de ruidos respiratorio, asimismo, esta técnica es bastante sencilla y rápida de hacer en el campo, a pesar de eso esta técnica no cuenta con un alto porcentaje de

especificidad ya que estos ruidos anormales pueden ser causados por diferentes aspectos ajenos a los del complejo respiratorio (Buczinski *et al.*, 2016).

Con respecto a la ecografía torácica, esta cuenta con varias especificaciones positivas, dejando de lado que puede realizarse de manera rápida, con esta herramienta también podemos cuantificar el daño de las lesiones de los pulmones y en la parte de la pleura, teniendo en cuenta que se puede llegar a detectar una consolidación pulmonar, artefactos en cola de cometa también conocidos como líneas B, anormalidades en la pleura que se pueden encontrar como un neumotórax y/o derrame pleural. Del mismo modo, al detectar el tipo de anomalía que se presente lo recomendable es poder saber la extensión de la lesión ya que con esa información se puede asociar al nivel de riesgo de mortalidad con la que cuenta ese animal (Buczinski *et al.*, 2018).

Para realizar la técnica de la ultrasonografía se debe de conocer su procedimiento, antes de empezar con el ultrasonido se recomienda cortar o no el pelo del animal en la zona a emplear, se puede aplicar alcohol etílico al 90% al igual que gel conductor para ultrasonido. A partir de acá se necesitará el ultrasonido portátil equipado con un transductor tipo lineal o convexo, para obtener una mejor imagen, enseguida, se hará una revisión entre el 3° al 11° espacio intercostal del lado izquierdo y derecho (figura 3) (Berman *et al.*, 2020).

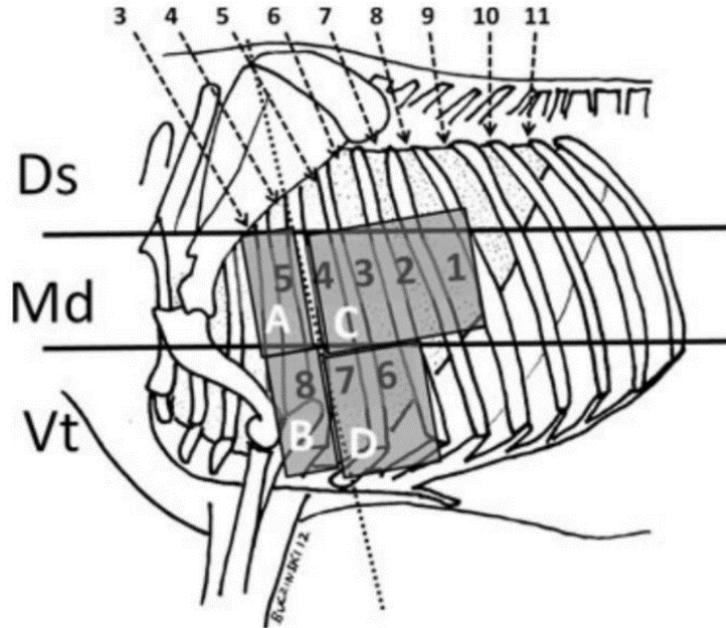


Figura 3. Sitios de auscultación y ultrasonografía torácica utilizados en terneros antes del destete (Tomado de Buczinski *et al.*, 2014).

Para hacer un diagnóstico más preciso se puede seguir un método más sistemático, en donde según la anatomía del animal, en la evaluación de los cuadros marcados en la zona ventral se pueden encontrar mayores afectaciones al pulmón que pueden ser producidos por consolidaciones pulmonares a causa de una neumonía severa. Otra recomendación es empezar a revisar de caudal a craneal, moviendo la sonda de medial a ventral según la imagen, esto manteniendo el transductor dentro del espacio intercostal para no hacer una interferencia de imágenes con la costilla. Normalmente en becerros de corta edad se puede observar habitualmente abscesos focales y partes de consolidación en los lóbulos pulmonares caudales, algo semejante ocurre con la necrosis, sin embargo, estas son más usuales en los lóbulos craneales (Ollivett y Buczinski, 2016).

Una de las patologías más comunes de observar al realizar la ultrasonografía es la consolidación pulmonar, la cual se percibe como un tejido hipoecoico en la parte afectada del tejido pulmonar. Algunas otras patologías que se pueden encontrar son: neumotórax (se describe con la presencia de aire en el espacio pleural), derrame pleural (se describe como un almacenamiento de líquido en el espacio pleural) y abscesos (mayormente se presentan como nódulos multifocales por una gran parte del pulmón (Figura 4) (Berman *et al.*, 2020).

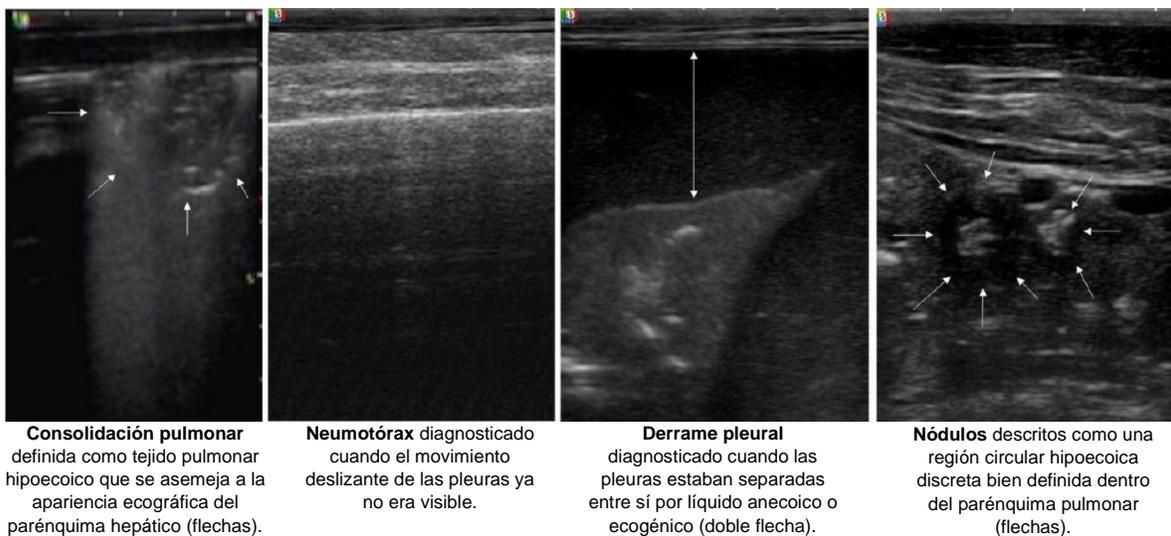


Figura 4. Imágenes de ultrasonido correspondientes a las 4 lesiones evaluadas en terneros lecheros (Tomado de Berman *et al.*, 2021).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

Este experimento se realizó del 01 de octubre al 05 de noviembre del 2023, en un establo de la Comarca Lagunera, específicamente en el municipio de Gómez Palacio, ubicado en la región noreste de Durango, la cual se considera semidesértica, la cual cuenta con una temperatura promedio anual de 22°C, está a

una altura de 1200 msnm entre los paralelos 25°39'15.7" de latitud norte y meridianos 103°36'02.3" de longitud oeste (INEGI, 2010).

Tamaño de muestra

Para evaluar el daño pulmonar se evaluaron becerras Holstein recién destetadas (n=50) dentro de un rango de edad de 2 a 5 meses. No se obtuvo información previa de posibles enfermedades durante la lactancia de las mismas. No se contó con registros en referencia de haber padecido de algún cuadro respiratorio.

Ultrasonografía torácica

La ultrasonografía torácica se realizó con ayuda de un ultrasonido portátil (CHISON 8300 VET®), se utilizó un transductor convexo a una frecuencia de 8 MHz y configurado con una ganancia general (Gain) de 95. No se le realizó ningún corte al cabello del animal, sin embargo, se aplicó agua con un atomizador para humedecer el área y enseguida se aplicó gel conductor (Premium Neutro ®) para facilitar observar las imágenes.

Auscultación de los animales

La auscultación consistió en pasar el transductor paralelo a las costillas a partir del tercer al quinto espacio intercostal dirigiéndolo de la parte media a ventral del tórax, realizando este procedimiento del lado derecho e izquierdo del animal. Seguido de esto, se complementó la revisión escuchando los pulmones con un estetoscopio (Medimetrics Estetoscopio Cardio 2 PRO ®) en el mismo lugar donde se examinó con el transductor, para detectar sonidos anormales y corroborar si lo visto en las imágenes era correspondido a los sonidos. Por otra parte, también se tomaron en

cuenta algunos signos visibles en relación con enfermedades respiratorias, como tos, secreción ocular y secreciones nasales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con relación a los resultados observados para daño pulmonar (Cuadro 2) mediante el diagnóstico con ultrasonido, se reporta un 55.5 % de animales afectados que presentan alteraciones pulmonares (figura 5).

Cuadro 2. Relación entre enfermedad clínica respiratoria respecto a lesiones diagnosticadas por ecografía dirigida y ganancia de peso.

Edad (meses)	Lesiones USG%	Ganancia de peso
3	62.5 (5/8)	92.2 ± 6.2
4	50 (5/10)	83.0 ± 9.8
general	55.5 (10/18)	87.3 ± 5.6

Resultados similares son reportados por Cuevas-Gómez et al. (2021) en un estudio donde se utilizó la ultrasonografía para identificar animales con problemas pulmonares en la región de América del Norte, en donde se observaron un 64% de daño pulmonar en animales de la raza Holstein de entre 23 a 53 días de edad. En este estudio también evaluaron la ganancia diaria de peso, la cual determinaron que no tenía una diferencia significativa de los becerros con lesiones pulmonares a los becerros sanos.

En un estudio realizado por Buczinski et al. (2014), fueron revisados por medio de la ultrasonografía a 106 becerros de la raza Holstein con un rango de edad de ≤ 4 meses en donde el 53% (56 becerros) mostraron lesiones pulmonares, específicamente consolidación pulmonar. Esta técnica la realizaron guiándose de un orden específico en las áreas a examinar, ya que fue del 8° al 4° espacio

intercostal, utilizando un transductor lineal a 8.5 MHz. La ubicación de las consolidaciones resultó en 40 casos en el lado derecho y 39 casos en el lado izquierdo y una característica interesante fue que se observó colas de cometa en el 100% de los animales examinados. Al mismo tiempo se comparó el uso del estetoscopio para diagnosticar estas mismas lesiones, es procedimiento que se utilizó con esta herramienta fue dividiendo el tórax en 4 cuadrantes y examinando de la parte media a la ventral, resultando cuestionable su uso, ya que se obtuvo un 16.7% de efectividad para detectar la consolidación.

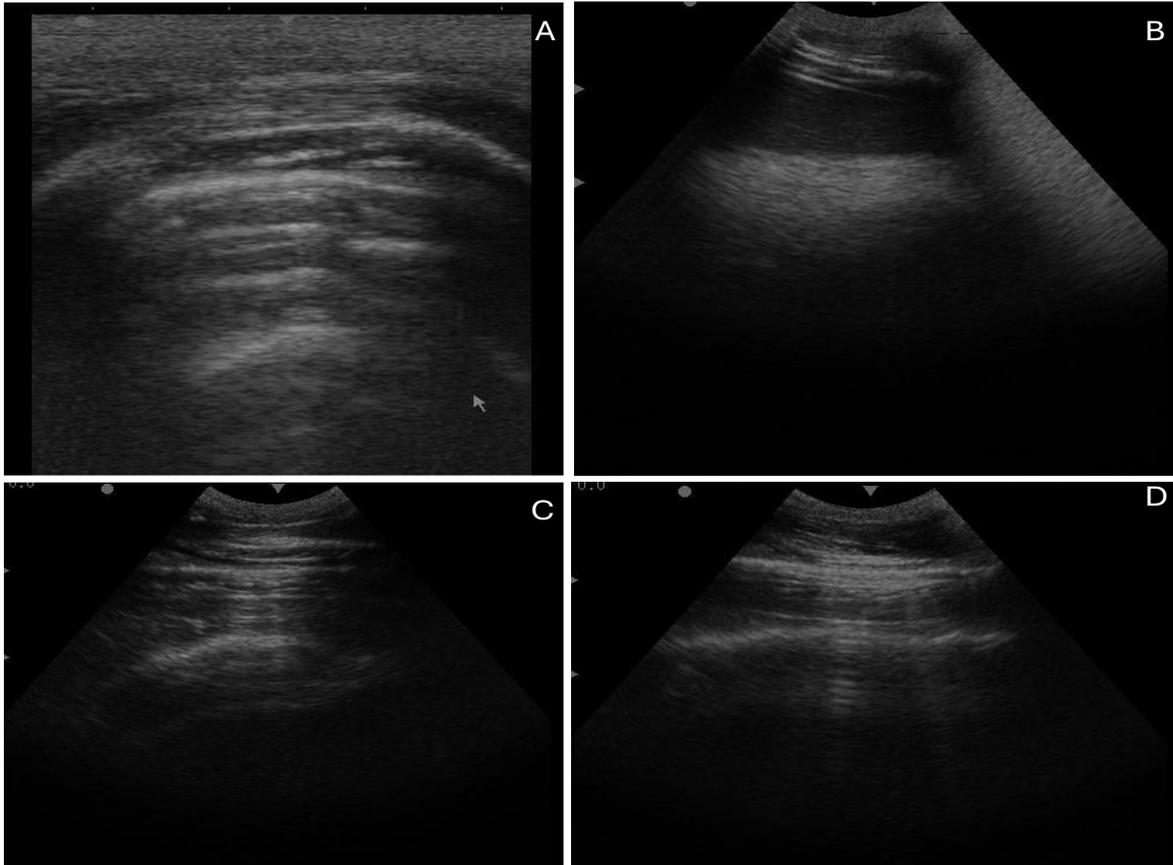


Figura 5. Imágenes ultrasonográficas del pulmón izquierdo en donde se observan lesiones como: (A) nódulos, (B) absceso, (C) consolidación pulmonar, (D) colas de cometa.

En relación con las colas de cometa, que es la lesión que más se ha podido observar en los otros estudios, Berman et al. (2021) indican que las colas de cometa, las irregularidades en la pleura y las líneas B no es de tanto interés diagnóstico ya que no se ha comprobado que tenga una relevancia clínica en los becerros.

Otra técnica enfocada a este experimento, pero con ciertas características diferentes fue descrito por Ollivett y Buczinski (2016) en donde recomienda el uso de un transductor lineal para obtener una mejor aproximación en la parte de la región axilar y el tórax craneal. El agente transductor que utilizan es el alcohol isopropílico al 70%, una de las mejores técnicas descritas para poder abarcar todo el campo pulmonar es examinar del 10° al 1° espacio intercostal del lado derecho y del 10° al 2° espacio intercostal del lado izquierdo.

En una granja lechera en Montreal Canadá, Abdelmonem et al. (2019) describe un estudio en donde se examinaron becerros predestetados, a partir de la primera semana de nacidos hasta la novena semana de edad, este examen fue por medio de 2 métodos, uno de ellos fue un tipo de puntuación clínica respiratoria (CRSC) de Wisconsin en donde tomaron en cuenta signos como la secreción nasal, ocular, tos, fiebre y posición de las orejas. El segundo método fue por medio de la ultrasonografía torácica en donde utilizaron un transductor lineal a una frecuencia de 8.5 MHz. Aplicando alcohol isopropílico al 70% para obtener un mejor contacto y mejorar la imagen. Este experimento obtuvo un 42% de becerros con presencia de consolidación pulmonar. Comparando estos 2 métodos detectaron que no hubo una vinculación relevante entre la puntuación clínica respiratoria y la ultrasonografía

torácica. Al igual que determinaron una prevalencia en donde la consolidación pulmonar se presentó en un 33% en los primeros 10 días de edad.

El complejo respiratorio bovino es un padecimiento de suma importancia en el ganado lechero, así mismo, el diagnóstico necesario para detectar variantes de este complejo son bastantes complicadas ya que aún no existe una prueba bien estandarizada que pueda ser 100% fiable.

CONCLUSIONES

Con relación a los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que el uso del ultrasonido para la detección de lesiones en los pulmones de los becerros permite identificar en un 55% de los animales enfermos. Se sugiere continuar con los estudios para en un futuro cuantificar el daño que está presente en los animales enfermos.

LITERATURA CITADA

- Abdallah, A. A., Abdelaal, M. A., El-Sheikh, R. A., Selim, H., Buczinski, S. 2019. Determination of the dynamics of respiratory diseases using thoracic ultrasonographic examination in preweaned dairy calves. *Can Vet J.* 60:859-863.
- Acosta, H. A. 2015. Crianza de becerras del nacimiento al destete. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón Coahuila. México. 29-33.
- Acuña, Y., Morrell, E., Fiorentino, M., Scioli, V., Sticotti, E., Tamiozzo, P., Cantón, G. 2021. *Mycoplasma bovis*-polyarthritis and pneumonia in grazing beef steers: outbreak in Buenos Aires province. *Ab Intus.* 8(4):30-36.
- Berman, J., Masseau, I., Fecteau, G., Buczinski, S., Francoz, D. 2020. Comparison between thoracic ultrasonography and thoracic radiography for the detection of thoracic lesions in dairy calves using a two-stage Bayesian method. *Preventive Veterinary Medicine.* 184:105153.
- Berman, J., Masseau, I., Fecteau, G., Buczinski, S., Francoz, D. 2021. Comparison of thoracic ultrasonography and thoracic radiography to detect active infectious bronchopneumonia in hospitalized dairy calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine.* 35:2058-2068.
- Betancourt, M. A., Rodríguez, B. E., Barrera, V. M. 2006. Coronavirus bovino: infecciones neumointestinales. *Revista Electrónica de Veterinaria.* 7(12):1-28.
- Buczinski, S., Forté, G., Bélanger, A. M. 2013. Short communication: Ultrasonographic assessment of the thorax as a fast technique to assess pulmonary lesions in dairy calves with bovine respiratory disease. *Journal of Dairy Science.* 96:4523-4528.
- Buczinski, S., Forté, G., Francoz, D., Bélanger, A. M. 2014. Comparison of thoracic auscultation, clinical score, and ultrasonography as indicators of bovine

respiratory disease in preweaned dairy calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 28:234-242.

Buczinski, S., Ménard, J., Timsit, E. 2016. Incremental value (Bayesian framework) of thoracic ultrasonography over thoracic auscultation for diagnosis of bronchopneumonia in preweaned dairy calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 30:1396-1401.

Buczinski, S., Buathier, C., Bélanger, M. A., Michaux, H., Tison, N., Timsit, E. 2018. Inter-rater agreement and reliability of thoracic ultrasonographic findings in feedlot calves, with or without naturally occurring bronchopneumonia. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 32:1787-1792.

Castañeda, V. H., Castañeda, V. M., Bedolla, C. C., Padilla, R. F., Carbajal, M. O., Salas, C. E. 2022. Zoonosis perspectivas y actualidades. Prometeo Editores, 1ra. Edición. México. 62-73.

Cuevas-Gómez, I., McGee, M., Sánchez, J., O'Riordan, E., Bryne, N., McDanel, T., Earley, B. 2021. Association between clinical respiratory signs, lung lesions detected by thoracic ultrasonography and growth performance in preweaned dairy calves. *Irish Veterinary Journal*. 74:7.

Cuevas-Gómez, I., McGee, M., McCabe, M., Cormican, P., O'Riordan, E., McDanel, T., Earley, B. 2020. Growth performance and hematological changes of weaned beef calves diagnosed with respiratory disease using respiratory scoring and thoracic ultrasonography. *Journal of Animal Science*. 98(11):1-11.

Della Rosa, P., Sala, J. M., Morel, V., Gómez, S., Caspe, S. G. 2022. Infecciones respiratorias causadas por agentes bacterianos en bovinos y ovinos de la providencia de Corrientes, Argentina. *Revista Veterinaria*. 33(2):164-168.

Fernández, M. A., Bulla, D. M., Díaz, A. M., Pulido, M. O. 2020. Seroprevalencia y factores de riesgo del virus de parainfluenza 3 (VPI-3) en bovinos de Colombia. *Revista Veterinaria*. 31(2):155-159.

González, A. R., González, A. J., Peña, R. B., Moreno, R. A., Reyes, C. J. 2017. Análisis del costo de alimentación y desarrollo de becerros de reemplazo lactantes. *Revista Mexicana de Agronegocios*. XXI (40):561-569.

Heinrichs, J. A. 2001. Análisis económico para programas eficientes de reemplazo de vaquillas. DIGAL. 113-119.

Hernandez, C. L. 2023. Transferencia de inmunidad y salud en becerros lecheras suplementadas con extracto de cítricos y biosurfactante. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón Coahuila. México. 3-8.

INEGI. 2010. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/10/10007.pdf.

Jaramillo, A. C., Trigo, T. F., Suárez, G. F. 2009. Mannheimiosis bovina: etiología, prevención y control. *Vet. Méx.* 40(3):293-311.

Lowie, T., Van Leenen, K., Jourquin, S., Pas, L. M., Bokma, J., Pardon, B. 2022. Differences in the association of cough and other clinical signs with ultrasonographic lung consolidation in dairy, veal, and beef calves. *Journal of Dairy Science*. 105:6111-6124.

Mahmoud, E. A., Fathy, A., Abdelhakim, A. E., Ali, O. A., Abdelaal, M. A., El-Maghraby, M. M. 2022. Ultrasonographic diagnosis of clinical and subclinical bovine respiratory disease in Holstein calves. *Veterinary World*. 15(8):1932-1942.

Nava, L. Z., Bracamonte, P. M., Hidalgo, D. M., Escobar, L. R. 2013. Seroprevalencia de la diarrea viral bovina en rebaños lecheros de dos municipios del estado Barinas, Venezuela. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*. 33:162-168.

- Ollivett, L. T., Buczinski, S. 2016. On-Farm use of ultrasonography for bovine respiratory disease. *Vet Clin Food Anim.* 32:19-35.
- Orozco, C. C., López, V. G., Muñoz, R. L., Gaxiola, C. S., Castro, C. N., Cueto, G. S., Guerrero, V. J., Moreno, T. K., Espinoza, B. K., Gómez, G. S., Trasviña, M. E., Monge, N. F. 2020. Detección molecular de coronavirus bovino asociado al complejo respiratorio bovino en Ganado de engorda del valle de Mexicali, Baja California, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias.* 11(4):933-945.
- Priyantha, R. M., Perera, S. G., Liyanagunawardana, N., Ranatunga, D. A. 2021. Overview of *Mycoplasma bovis* infection in dairy and beef cattle. *Wayamba Journal of Animal Science.* 578X: 1859-1873.
- Puig, A., Ruiz, M., Bassols, M., Fraile, L., Armengol, R. 2022. Technological tools for the early detection of bovine respiratory disease in farms. *Animals.* 12:2623.
- Reyes, R. A., 2019. Morbilidad de diarreas en becerras lecheras y su efecto en su desarrollo. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón Coahuila. México. 3-9.
- Rhodes, V., Ryan, G. E., Hayes, J. C., McAloon, C., O'Grady, L., Hoey, S., Mee, F. J., Pardon, B., Earley, B., McAloon, C. 2021. Diagnosis of respiratory disease in preweaned dairy calves using sequential thoracic ultrasonography and clinical respiratory scoring: temporal transitions and association with growth rates. *Journal of Dairy Science.* 104:11165-11175.
- Rocha, V. J., Gonzalez, A. R., Avila, C. R., Peña, R. B., Reyes, R. A. 2019. Impacto económico de la mortalidad y morbilidad por enfermedades en becerras lecheras. *Abanico veterinario.* 9:1-7.
- Sosa, P. S., Di Paolo, L. A., Peralta, L. M., Ancinas, M. D., Pinedo, M. F., Travería, G. E. 2023. Confirmacion por PCR punto final de *Mycoplasma bovis* e *Histophilus somni* como causa de neumonía en una ternera en feedlot. DIAG017. DOI: 10.13140/RG.2.2.14497.79203.

- Timsit, E., Tison, N., Booker, W. C., Buczinski, S. 2019. Association of lung lesions measured by thoracic ultrasonography at first diagnosis of bronchopneumonia with relapse rate and growth performance in feedlot cattle. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 30:1540-1546.
- Vargas, S. D., Jaime, J., Vera, J. V. 2009. Perspectivas para el control del Virus de la Diarrea Viral Bovina (BVDV). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 22:677-688.
- Villaseñor, G. F., Estrada, C. E., Montes, O. L., Vera, A. H., Montiel, O. L., Jiménez, S. H., Espinosa, M. M. 2022. Factors associated with indicators of calf rearing during the lactation period in small-scale dairy farms. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 13(1):64-81.