



UNIVERSIDADE
LUSÓFONA

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

**FATORES DE RISCO DE DIARREIA NEONATAL DE VITELOS DE
CARNE EM REGIME EXTENSIVO**

Dissertação apresentada a provas públicas para a obtenção do grau de mestre em Medicina Veterinária, orientada por Professora Doutora Ângela Dâmaso e Professor João Camejo

Luana Tavares Pires, 21901466

2026

www.lusofona.pt

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

FATORES DE RISCO DE DIARREIA NEONATAL DE VITELOS DE
CARNE EM REGIME EXTENSIVO

Luana Tavares Pires

VERSÃO FINAL

Dissertação defendida por Luana Tavares Pires em provas públicas na Universidade Lusófona, Centro Universitário de Lisboa no dia 16/01 de 2026, perante o júri, nomeado pelo Despacho de Nomeação n.º: 750/2025, de 30 de Dezembro de 2025, com a seguinte composição:

Presidente: Professor Doutor André Santos (Universidade Lusófona)

Vogal: Professor Doutor Rui D'Orey Branco (Universidade Lusófona) - arguente

Orientador: Professora Doutora Ângela Dâmaso

Este trabalho também foi orientado por Professor João Camejo

Luana Tavares Pires, 21901466

2026

Normality is a paved road: It's comfortable to walk,
but no flowers grow

Vincent van Gog

Agradecimentos

Em primeiro lugar a todos os docentes da Universidade Lusófona da Faculdade de Medicina Veterinária, pela forma inequívoca como contribuíram para a minha formação.

À Professora Dra. Ângela Dâmaso, por ter aceite ser a minha orientadora e por toda a dedicação e tempo despendidos para que este estudo fosse levado a cabo, pois sem os quais, não seria possível. Ao Dr. João Camejo, pela disponibilização dos dados necessários para a realização desta dissertação, assim como pelo acompanhamento durante parte do meu estágio. Ao Doutor João Vieira, ao João e à Joaquina pelos conhecimentos que me passaram e por me terem aturado durante quase 4 meses. Ao Professor Dr. David Ramilo, pela paciência que teve comigo para que eu fosse capaz de entender os métodos estatísticos deste trabalho.

Um especial agradecimento à minha família por me ter apoiado a seguir o sonho que tenho desde pequenina e por terem sempre acreditado que eu era capaz. À minha mãe e ao meu pai pelos valores que me inculcaram ao longo de toda a minha vida e que me tornaram na pessoa que sou hoje, por todas as palavras, boleias e momentos, obrigada por estarem lá.

À Mamy, a minha maior apoiante e das pessoas mais importantes da minha vida, obrigada pelas chamadas matinais todos os dias e por seres a minha maior fã, eu também sou a tua, porque “devagarinho tudo se consegue”.

Aos Smurfs, obrigada pelo companheirismo e gargalhadas porque de facto o que dizem é mesmo verdade e o curso não se faz sozinho.

À Cat, não tenho palavras, porque sem ela esta dissertação não estaria concluída, obrigada por todas as horas que passei em tua casa, as boleias, as pep talk e os momentos de ansiedade. Sem ti as minhas épocas de exames tinham sido perturbadoras e sendo honesta, também os últimos anos, “I got your back from right here”.

À minha Sarita que apareceu na minha vida de paraquedas e permaneceu, muito obrigada por todas as conversas longas no carro e todos os Brunch's, porque sem dúvida salvaste-me múltiplas vezes da insanidade e de muitos turnos infundáveis.

Ao meu namorado António, por enfrentares esta aventura a que chamam vida comigo, por todo o apoio que me dás não só ao longo destes últimos seis anos, mas desde sempre. Agradeço por nunca me deixares desistir, por todas as palavras de resiliência e coragem que me

transmitiste e todos os desabafos porque apesar de alguns terem sido à distância, estiveste sempre comigo e nunca me senti sozinha.

Obrigada à Sónia e ao Zé que possibilitaram a realização do meu estágio e à Mariana que me fez imensa companhia (e jantares) nesses meses.

Não posso deixar de agradecer aos membros da família que mais me ouviram citar matérias, que fizeram noitadas e manhãs bem cedinho comigo e que apesar de não saberem o quão importantes são, estiveram sempre presentes nos momentos em que precisava, obrigada Indya, Kyonne, Cytrea e Mo'at.

E por fim:

Esta é para ti Papy, a tua menina conseguiu.

Resumo

A Diarreia Neonatal é uma das síndromes mais comuns em vitelos e é responsável por altos valores de mortalidade e morbilidade na produção de bovinos, com perdas económicas muito significativas para os produtores. É causada por vários agentes etiológicos e tem uma origem multifatorial.

Hipotetizou-se que a ocorrência de diarreias neonatais nesta exploração difere consoante a sazonalidade, a idade e protocolo vacinal das mães; que tem impacto na mortalidade de vitelos mais velhos; e que o grau de diarreia tem impacto na mortalidade neonatal. Assim, os objetivos deste estudo foram estudar a relação entre ocorrência de diarreias neonatais em vitelos e a sazonalidade, a idade das mães, o protocolo vacinal das mães e a mortalidade dos vitelos; e avaliar a relação entre a gravidade da diarreia neonatal e a mortalidade dos vitelos numa idade mais avançada.

Fizeram parte 2411 vitelos nascidos em 2023 e 2024 de uma exploração de vacas de carne localizada em Alcochete, Portugal.

Do total, 123 (5,1%) vitelos foram identificados como afetados por diarreia. A ocorrência de diarreia nesta exploração foi mais frequente no inverno ($p=0,014$), e menor quando a vacinação das mães foi realizada num período inferior a 12 semanas pré-parto ($p<0,001$). Houve associação entre a ocorrência de diarreia e uma mortalidade neonatal superior ($p<0,001$) e entre diarreia de grau ligeiro e uma mortalidade neonatal inferior ($p=0,012$). A proporção de mortes de vitelos mais velhos não identificados e tratados para diarreia neonatal foi superior à daqueles tratados para diarreia ($p<0,001$). Não foi observada uma diferença significativa na ocorrência de diarreia entre vitelos filhos de vacas mais novas e filhos de vacas mais velhas.

É cada vez mais importante consciencializar os produtores a implementar medidas controlo e prevenção para a diarreia neonatal em detrimento do tratamento, de forma a melhorar não só a qualidade de vida dos vitelos, mas também a rentabilidade das explorações.

Palavras-chave: Diarreia Neonatal, Vitelos de Carne; Regime Extensivo;

Abstract

Neonatal diarrhea is one of the most common syndromes in calves and is responsible for high mortality and morbidity rates in cattle production, with very significant economic losses for producers. It is caused by several etiological agents and has a multifactorial origin.

It was hypothesized that the occurrence of neonatal diarrhea on this farm differs according to seasonality, age, and vaccination protocol of the mothers; that it has an impact on the mortality of older calves; and that the degree of diarrhea has an impact on neonatal mortality. Thus, the objectives of this study were to investigate the relationship between the occurrence of neonatal diarrhea in calves and seasonality, the age of the mothers, the vaccination protocol of the mothers, and calf mortality; and to evaluate the relationship between the severity of neonatal diarrhea and calf mortality at an older age.

A total of 2,411 calves born in 2023 and 2024 on a beef cattle farm located in Alcochete, Portugal, were included.

Of the total, 123 (5.1%) calves were identified as affected by diarrhea. The occurrence of diarrhea on this farm was more frequent in winter ($p=0.014$) and lower when the mothers were vaccinated less than 12 weeks before calving ($p<0.001$). There was an association between the occurrence of diarrhea and higher neonatal mortality ($p<0.001$) and between mild diarrhea and lower neonatal mortality ($p=0.012$). The proportion of deaths of older calves not identified and treated.

It is increasingly important to raise awareness among producers to implement control and prevention measures for neonatal diarrhea rather than treatment, in order to improve not only the quality of life of calves, but also the profitability of farms.

Keywords: Neonatal Diarrhea, Beef Calves; Extensive System.

Abreviaturas, siglas e símbolos

% - Percentagem

$\leq$ - Menor ou igual

$\geq$ - Maior ou igual

$<$ - Menor

$>$ - Maior

AINE – Anti-inflamatório não esteroide

BCoV – Coronavírus bovino, do inglês Bovine coronavirus

BRSV – Vírus respiratório sincicial bovino, do inglês Bovine respiratory syncytial virus

BRV – Rotavírus bovino, do inglês Bovine rotavirus

°C - Celsius

Dr. – Doutor

E.coli – *Escherichia coli*

ELISA – Enzyme-linked immunosorbent assay

et al. - E outros, da locução latina “*et alli*”

g – grama

ICG – Imunocromatografia

Ig – Imunoglobulina

IM – Intramuscular

IV - Intravenoso

kg - quilograma

L – litro

LAMP – Amplificação isotérmica mediada por laço, do inglês Loop-mediated isothermal amplification

Lda – Limitada

mg – miligrama

min – minuto

mm – milímetro

mPCR - Polymerase chain reaction multiplex

Nº - Número

NSP4 - Nonstructural glycoprotein 4

°C – Graus Celsius

p - Significância

PCR – Polymerase chain reaction

RCM – Resumo das características do medicamento

RNA – Ácido ribonucleico, do inglês ribonucleic acid

RT-PCR - Polymerase chain reaction in real time

UE – União Europeia

α - Alfa

β - Beta

Índice

Agradecimentos	4
Resumo	6
Abstract.....	7
Abreviaturas, siglas e símbolos	8
Casuística do Estágio.....	14
I. Introdução.....	20
1. Microrganismos responsáveis pela Diarreia Neonatal Bovina.....	20
1.1. Bactérias	20
1.2. Vírus	21
1.3. Protozoários	22
2. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal dos ruminantes	23
3. Diagnóstico de diarreia neonatal	25
4. Tratamento.....	28
4.1. Fluidoterapia Oral.....	28
4.2. Fluidoterapia intravenosa	29
4.3. Antimicrobianos	31
4.4. Anti-inflamatórios não esteroides (AINE)	34
5. Prevenção.....	34
5.1. Colostro	35
5.2. Estado nutricional e vacinal das mães	38
6. Maneio geral em vacas de carne.....	38
II. Material e métodos	42
2.1. População em estudo	42
2.2. Identificação e protocolo terapêutico de vitelos com diarreia.....	43
2.3. Cálculo da prevalência de diarreia, taxas de casos de diarreia e de mortalidade	44
2.4. Variáveis (dependentes) estudadas	45
2.6. Análise estatística	46
III. Resultados	47
IV. Discussão.....	56
V. Conclusão.....	62
VI. Referências Bibliográficas	63

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Relação entre o número de vacas pertencentes a cada manada, o número e percentagem (%) de mães vacinadas e os nascimentos de 2023 e 2024 integrantes no estudo de vacas de carne em Alcochete, em Portugal entre 2023 e 2024

Tabela 2 - Prevalência de diarreia neonatal do estudo de vacas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Tabela 3 - Relação entre nascimento de vitelos de acordo com a estação do ano, com os casos de diarreia neonatal de vitelos em vacas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Tabela 4 - Distribuição das idades mínimas, médias e máximas das mães pelas vacadas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Tabela 5 - Relação entre a taxa de diarreia neonatal e a idade da mãe menor a 4 anos ou maior ou igual a 4 anos em vacas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Tabela 6 - Relação entre as mães estarem ou não vacinadas com a vacina Bovilis Rotavec Corona® e a presença de diarreia nos vitelos num estudo em vacas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Tabela 7 - Valores mínimos, médios e máximos dos intervalos de tempo entre vacinação das vacas pré-parto com a vacina Bovilis Rotavec Corona® e a data de parto, em 8 vacadas em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Tabela 8 - Relação entre o período de vacinação pré-parto menor ou igual a 12 semanas ou maior de 12 semanas e a taxa de diarreia nos vitelos, em vacas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024.

Tabela 9 - Relação entre a presença de diarreia e a mortalidade dos vitelos em vacas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Tabela 10 - Relação entre a mortalidade e o grau de diarreia ligeira em vacas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Tabela 11 - Relação entre a mortalidade e o grau de diarreia moderada a severa em vacas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Tabela 12 - Relação entre os vitelos com idade igual ou superior a 31 dias estarem mortos e a presença de diarreia nos mesmos numa idade igual ou inferior a 0 dias, integrante num estudo de vacas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Índice de Figuras

Figura 1 – Categorização das classes dos antibióticos para uso veterinário

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Procedimentos realizados no âmbito do estágio na JMPC

Gráfico 2 - Número de casos divididos por espécie no âmbito do estágio na Clínica Veterinária VieiraVet

Gráfico 3 – Distribuição etária dos vitelos com Diarreia Neonatal e a mortalidade associada à mesma

Casuística do Estágio

O estágio curricular teve a duração de 630 horas das quais 160 foram realizadas na empresa JMPC, Lda., sob a orientação do Dr. João Camejo, e as restantes 470 na Clínica Veterinária Vieira Vet - Multiespécies, Lda, acompanhando o Dr. João Vieira e Dr. João Briosio.

O estágio na JMPC, esteve compreendido entre o dia 3 de março e o dia 1 de abril de 2025. Esta empresa dedica-se à produção de bovinos de carne em regime extensivo, com uma vertente complementar de engorda. O efetivo varia entre 1000 a 1400 animais, consoante a época do ano, sendo composto por animais das raças Charolesa, Limousine, Salers, Blonde d'Aquitaine e cruzamentos entre estas.

A prática mais recorrente durante este período foi a administração de vacinas e desparasitantes, tanto em vacas gestantes como em vitelos recentemente adquiridos em leilão ou do próprio efetivo. As vacinas administradas incluíram: Rotavírus Bovino, Coronavírus Bovino, *Escherichia coli*, Enterotoxémias, Língua Azul (serótipos 1, 3, 4 e 8) e *Cryptosporidium*. Aproximadamente 600 bovinos foram vacinados.

Durante o estágio nesta exploração foram realizadas seis necrópsias em vitelos de diferentes idades, que apresentaram morte súbita, com o objetivo de determinar a causa do óbito. A autora assistiu a três partos, todos de fêmeas da raça Charolesa.

Realizaram-se ainda ecografias reprodutivas em quatro vacas com o objetivo de confirmação de gestação, bem como a colocação de brincos identificativos em 40 vitelos recém-nascidos.

A autora assistiu à realização de exames andrológicos a oito bovinos acompanhados pela aplicação do teste da Intradermotuberculinção. Estes animais destinavam-se à venda ou participação em leilões.

Foi efetuado tratamento endovenoso a três vitelos com quadros de diarreia neonatal.

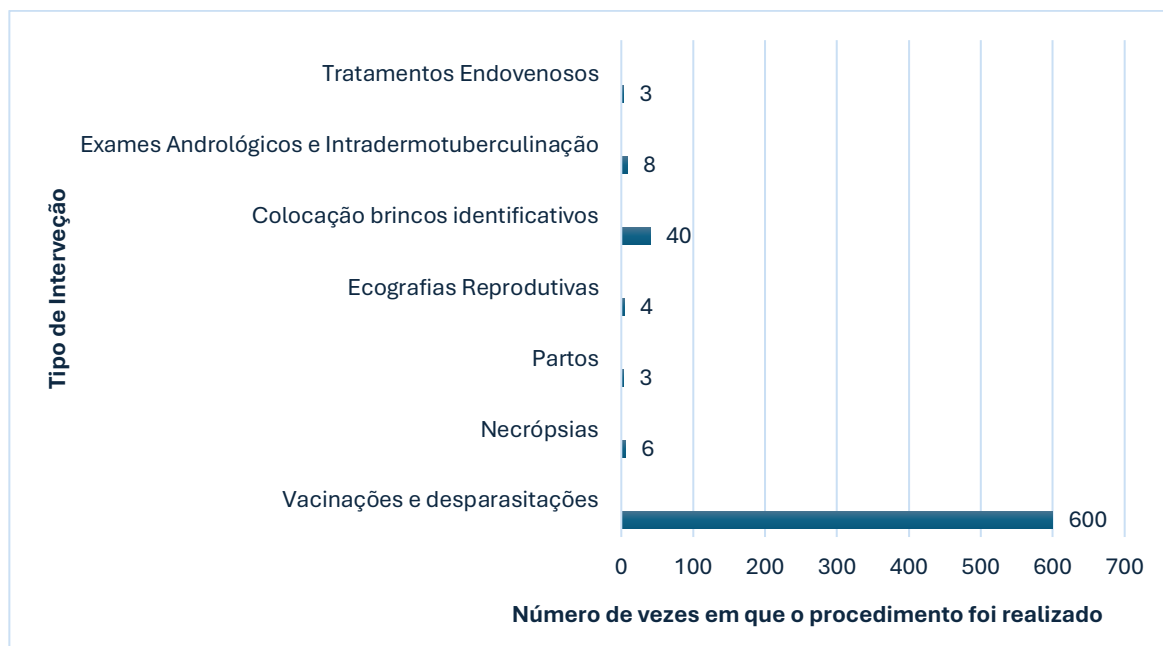


Gráfico 1 – Procedimentos realizados no âmbito do estágio na JMPC

A Clínica Veterinária Vieira Vet, está localizada no Nadrupe na região da Lourinhã e foca-se no tratamento quer de animais de grande porte em regime de ambulatório, quer de animais de pequeno porte nas instalações da clínica. O estágio teve início no dia 5 de maio e foi finalizado no dia 13 de agosto de 2025.

Ao longo do estágio a autora visitou, em regime de ambulatório, explorações com números de efetivo muito variados com diferentes espécies. (Gráfico 2)

No que diz respeito a ovinos e caprinos, os procedimentos realizados com mais frequência foram vacinações para prevenção de Enterotoxémias e desparasitações, assim como colheita de sangue para testagem de Brucelose a cerca de 2000 animais. Foram também vacinadas para prevenção de Clamidiose um grupo de 100 caprinos. A autora prestou assistência em 2 cesarianas da raça Suffolk, 1 orquiectomia e 1 remoção de nódulo lombar em ovinos, assim como na realização de ecografias a 15 caprinos da raça Saanen para confirmação de gestação e orquiectomia a 2 bodes.

Nos grandes ruminantes, a maioria das explorações visitadas foram de aptidão cárnica, exceto uma com aptidão leiteira. Os procedimentos realizados foram sobretudo, colheita de sangue para teste de pré-movimentação ou para rastreio obrigatório de Brucelose, Intradermotuberculinação de comparação para rastreio de Tuberculose bovina e a vacinação

para prevenção de Enterotoxêmias, Vírus Respiratório Sincicial Bovino (BRSV), Parainfluenza-3 e *Mannheimia haemolytica*, a cerca de 500 animais, com reforço de primovacinações três semanas depois. A autora também assistiu à drenagem de vários abscessos, principalmente articulares. É de notar nos três casos observados, foram piorando significativamente mesmo após tratamento com antibiótico e anti-inflamatório. Foi também possível à autora auxiliar no tratamento de cinco bovinos com sinais clínicos de pneumonia aguda, comprados recentemente numa exploração e um grupo de 30 bovinos também recentemente adquiridos com BRSV noutra. Os casos nesta última exploração foram aumentando para o resto do efetivo. A correção de um prolapso uterino e retenção placentária fizeram parte dos procedimentos realizados pela autora.

A clínica de suínos foi aquela com menos incidência ao longo do estágio, tendo apenas sido realizadas três orquiectomias.

No âmbito da clínica de equinos, foi prestada assistência pela autora na administração da vacina para prevenção do Vírus Influenza A e para o *Clostridium tetani* a 6 equinos e na realização de 2 procedimentos de dentisteria.

No que toca à clínica de pequenos animais, a maioria dos procedimentos foram vacinações, desparasitações e colocações de microchip em cerca de 700 animais. Adicionalmente, foram tratados em consulta múltiplos casos de otites, presença de fungos na pele (principalmente *Malassezia*), gastroenterites de origem desconhecida e rinotraqueíte felina.

No âmbito de cirurgia, a autora prestou assistência em cinco piómetras, duas cesarianas, quatro correções de “Cherry eye”, uma caudectomia, seis correções de hérnia inguinal, quatro mastectomias, 30 ovariectomias e 17 orquiectomias. Ao longo do estágio, encontraram-se em regime de internamento alguns animais com apresentação clínica complexa, como é o caso de dois canídeos com parvovirose, dois com hepatite e um com uma obstrução gástrica provocada por corpo estranho; um felídeo com massa detetada através de endoscopia, um com aumento dos valores séricos de marcadores renais e de glucose e um com obstrução intestinal provocada por uma tampa de um desparasitante. A maior urgência neste âmbito foi um golpe de calor num canídeo com hipertermia e convulsões que foi reencaminhado para um hospital e teve que ser posteriormente eutanasiado.

Relativamente aos animais selvagens, a autora também teve oportunidade de assistir na colocação de quatro chips em cangurus-anões, um chip em um íbis-escarlate e no tratamento de sinusite de um pavão.

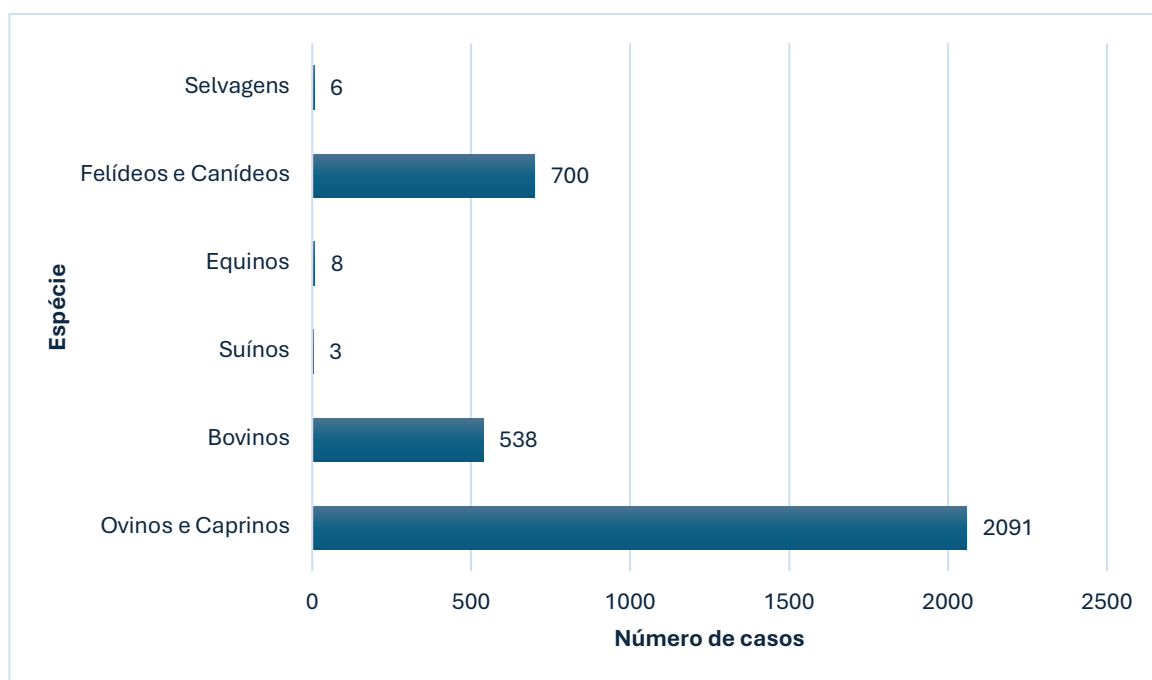


Gráfico 2 – Número de casos divididos por espécie no âmbito do estágio na Clínica Veterinária VieiraVet

I. Introdução

A diarreia neonatal bovina é uma síndrome que afeta frequentemente vitelos em diferentes sistemas de produção, incluindo em sistema extensivo. De acordo com Naylor (2009), existe uma mortalidade acima de 50% associada a vitelos com casos de diarreia neonatal. Na Coreia 68,7% das mortes de vitelos de carne são provocadas por esta síndrome e a nível mundial representam cerca de 56% das mortes antes do desmame (Kim *et al.*, 2015; United States Department of Agriculture, 2014).

A diarreia caracteriza-se pelo aumento da frequência ou da consistência das fezes e pode resultar de alterações no trato intestinal, mas também pode ser uma consequência de um processo anômalo ao organismo, como é o caso da sépsis, por exemplo (Gunn, Izzo & House, 2020).

Os danos no trato gastro intestinal causados por esta síndrome causam redução na taxa de crescimento dos vitelos devido à má absorção e fermentação do leite, o que resulta em perdas económicas consideráveis (Nydham & Mohammed, 2005).

Fisiologicamente, uma porção da água proveniente da alimentação, que no caso do vitelo é leite, é reabsorvida e a restante porção é eliminada através das fezes. Quando existe alterações no equilíbrio dos mecanismos secreção e absorção, ocorre a diarreia (Gunn *et al.*, 2020), a qual pode classificar-se em:

- diarreia osmótica: ocorre quando uma quantidade de substâncias com alta osmolaridade ultrapassa a capacidade do intestino resultando em deficiências na absorção e/ou na digestão. Após um período de jejum, a diarreia costuma atenuar (Gunn *et al.*, 2020).;

- diarreias secretoras: são aquelas com maior importância clínica em neonatos e caracterizam-se pela grande quantidade de fezes produzida. Isto é devido à secreção ativa de eletrólitos e água para o intestino, provocada tanto pela ação das toxinas provenientes dos microrganismos, como pela superação da capacidade de absorção do lúmen (Gunn *et al.*, 2020);

A diarreia neonatal pode ser causada por vários agentes, sendo eles bactérias, vírus e protozoários, no entanto eles podem estar presentes em vitelos saudáveis, dado que a diarreia neonatal é multifatorial. Estes fatores podem estar associados à imunidade dos vitelos, ao stress e contaminação ambiental e ao manejo peri-parto (Izzo *et al.*, 2011).

Em vacas de carne os microrganismos mais comuns são *Escherichia coli* (*E. coli*), BCoV, BRV e *Cryptosporidium spp.* (Acres, Saunders & Radostits, 1977).

De acordo com Olsen e colaboradores (2025), num estudo realizado em 392 amostras fecais de vitelos de aptidão leiteira, 28-39% revelaram crescimento bacteriano de *C.perfringens*, *C. parvum* e rotavírus, por outro lado apenas 5% das amostras revelaram presença de *E.coli* e coronavírus.

Devido à diarreia, vão ocorrer muitas perdas de fluidos e eletrólitos no organismo do neonato, se este conseguir compensar vai manter a vitalidade, a hidratação e o reflexo de sucção, caso contrário desenvolverá desidratação e acidose como consequência. A acidose contribui de forma negativa para o quadro clínico do vitelo, e tem várias causas: perda de bicarbonato pelas fezes, de ácido L-lático devido à desidratação ou de D-lático devido à fermentação bacteriana do leite mal absorvido. Pode também comprometer a função cardíaca, provocada pelo desequilíbrio de potássio perdido nos intestinos, levando à morte (Gunn *et al.*, 2020).

De acordo com Dall Agnol e colaboradores (2021), até aos 30 dias de vida, enterite é a causa de morte mais provável em vitelos.

Dependendo da gravidade, os sinais clínicos são distintos. Os vitelos podem apresentar diminuição ou ausência do reflexo de sucção, prostração, relutância em levantar-se, febre ou hipotermia, mucosas secas e pálidas, olhos fundos e desconforto geral (Constable, Walker, Morin & Foreman, 1998; Meganck, Hoflack & Opsomer, 2014).

A gravidade da diarreia pode ser condicionada por vários fatores, entre eles o agente, a idade do vitelo, as práticas de manejo e o sistema imunitário do animal. Em casos mais ligeiros pode-se notar fezes mais líquidas, por outro lado, nos casos mais graves, quadros de diarreia profusa, desidratação, desequilíbrios eletrolíticos, hipotermia e coma podem ser notados (Aktaş, 2023; Merck Vet Manual, 2022; Torres *et al.*, 2014).

1. Microrganismos responsáveis pela Diarreia Neonatal Bovina

1.1. Bactérias

No que diz respeito às bactérias, as mais comuns são *E.coli*, *Salmonella spp.*, *Clostridium perfringens* (*C. perfringens*), e *C.difficile* (Gómez & Weese, 2017).

1.1.1. *E.coli*

É a mais prevalente até aos 4 dias de idade. Caracteriza-se por ser uma bactéria gram-negativa com vários grupos patogénicos, sendo a responsável por estas diarreias, a enterotoxigénica (Cho & Yoon, 2014).

Após a ingestão, esta bactéria adere às vilosidades e criptas do intestino delgado, que através de um mecanismo de feedback positivo da secreção do cloreto de sódio, promove a secreção de água para o lúmen e leva ao aparecimento da diarreia. Esta não é hemorrágica, contrariamente à que ocorre quando eles são mais velhos (Foster & Smith, 2009).

Os sinais clínicos podem variar muito, desde recuperação súbita até choque e morte. Os mais comuns são fraqueza, reflexo de sucção ausente ou diminuído, desidratação, mucosas secas e diarreia secretora (Metre, Tennant & Whitlock, 2008).

1.1.2. *Salmonella spp.*

É gram-negativa, aeróbia facultativa e a que provoca mais diarreias em vitelos é *Salmonella typhimurium* (*S. typhimurium*) (Cho & Yoon, 2014), que ao invadir as células do trato gastrointestinal provoca uma reação inflamatória através da libertação de citoquinas, além disso, prolifera nos tecidos linfóides e invade o sistema imunitário. É também responsável pela má absorção de água e eletrólitos (Giannella, 1996).

As lesões centram-se no intestino delgado distal e no intestino grosso proximal e a transmissão é fecal-oral (Metre *et al.*, 2008). Ainda que possa também invadir adultos, é mais comum em vitelos dos 10 dias aos 3 meses de idade. (Fossler *et al.*, 2005)

A sintomatologia predominante é febre, prostração, desidratação e diarreia com muco e por vezes sangue (House & Smith, 1998).

1.1.3. *Clostridium perfringens*

Pode ser dividido em 5 estirpes, A a E de acordo com a toxina que produz (Petit, Gilbert & Popoff, 1995). No entanto são as toxinas α e β , produzida pela estirpe C, a maior responsável por casos de diarreia neonatal (Rings, 2004).

A toxina α é a mais comumente detetada em amostras (Gull, 2022).

A toxina β é a mais letal dentro deste grupo e é inativada pela exposição à tripsina (Metre *et al.*, 2008). Dado que os vitelos produzem níveis baixos de enzimas proteolíticas, podem ser mais facilmente infetados, provocando necrose das células e por sua vez diarreia (Gull, 2022).

Como esta bactéria é comensal no trato gastro intestinal dos vitelos, nem sempre é possível concluir se a bactéria é a causa da sintomatologia (Gull, 2022).

C. difficile produz tóxina A, B e binária e ainda que possa evoluir para a doença, os estudos realizados não são consistentes quando ao facto de causar diarreia (Weese, 2020).

No que diz respeito às manifestações clínicas, enterotoxémia, distensão abdominal, desidratação, prostração e diarreia com muco e sangue são as mais relevantes (Metre *et al.*, 2008).

Esta bactéria tem uma mortalidade de praticamente 100% e ocorre geralmente até aos 10 dias (House *et al.*, 2014; Lebrun, Mainil & Linden, 2010).

1.2. Vírus

1.2.1. Coronavírus bovino (BCoV)

Este vírus é ácido ribonucleico (RNA) e pertence ao género *Betacoronavirus* e é responsável não só por diarreia neonatal, como também pela disenteria de inverno em adultos e infeções respiratórias em ambos (Cho & Yoon, 2014).

A idade dos animais afetados por este microrganismo varia entre os 7 e os 10 dias, podendo haver casos até às 3 semanas de idade. Quando combinado com outro agente pode levar a uma mortalidade superior a 50% (Metre *et al.*, 2008).

A infeção provoca uma enterocolite grave (Metre *et al.*, 2008). Esta tem início no intestino delgado e vai progressivamente progredindo para o intestino grosso (Schultze, Gross, Brossmer & Herrler, 1991).

A diarreia acontece devido à destruição das vilosidades intestinais e à necrose da lâmina própria, o que impossibilita a capacidade de absorção e secreção das enzimas digestivas (Vlasova & Saif, 2021).

A sintomatologia não é específica deste vírus, porém os animais afetados podem apresentar desidratação, redução do apetite e da vitalidade e diarreia severa (Metre *et al.*, 2008).

1.2.2. **Rotavírus bovino (BRV)**

Este vírus RNA do género *Rotavirus* é responsável por causar diarreia não só em bovinos, como em outras espécies também, incluindo humanos (Metre *et al.*, 2008). Existem sete serótipos do A ao G, porém o A é o que provoca mais alterações nos animais domésticos (Steele, Geyer & Gerdes 2004).

As lesões características da infeção localizam-se nas vilosidades do intestino delgado, o que compromete a absorção intestinal (Foster & Smith, 2009). Os enterócitos são substituídos por células imaturas que, apesar de serem resistentes, não conseguem levar a cabo a digestão. A capacidade secretora supera a de absorção o que contribui ainda mais para o aparecimento da diarreia (Metre *et al.*, 2008).

Quando a lactose proveniente da alimentação não é digerida convenientemente permanece a fermentar no cólon, o que gera isómeros D e L. A acumulação do isómero D na circulação sanguínea do vitelo pode ter como consequência acidose metabólica (Metre *et al.*, 2008).

A enterotoxina NSP4 (nonstructural glycoprotein 4) que é produzida pelo vírus, interfere na homeostase celular ao aumentar os níveis de cálcio, que leva à movimentação anormal de água e eletrólitos, causando a diarreia em animais entre 1 a 2 semanas de idade (Ball *et al.*, 2005).

Os sinais clínicos são sobretudo, diminuição do reflexo de sucção, febre, diarreia aguada e amarela, sialorreia, prostração e desidratação. A sintomatologia pode piorar rapidamente, levando a choque e consequentemente morte (Metre *et al.*, 2008).

1.3. **Protozoários**

1.3.1. ***Cryptosporidium spp.***

Há quatro espécies de *Cryptosporidium* que afetam bovinos, são *C.parvum*, *C. bovis*, *C. ryanae*, e *C. andersoni* (Thomson *et al.*, 2017).

C.parvum é a espécie mais comumente associada à diarreia em vitelos dos 4 aos 23 dias (Castro-Hermida, Gonzáles-Losada, Mezo-Menéndez & Ares-Mazás, 2002). Este

protozoário tem dois genótipos; o genótipo 1 é exclusivo para humanos, enquanto que o genótipo 2 afeta outras espécies, incluindo bovinos (Metre *et al.*, 2008).

Os vitelos podem ser assintomáticos ou desenvolver diarreia após 72 a 96 horas da ingestão dos oócitos (Castro-Hermida *et al.*, 2002). Estes vão libertar os esporozoítos, que por sua vez vão invadir o epitélio intestinal, provocando o aumento da permeabilidade da parede intestinal e a diminuição da absorção, o que leva ao aparecimento da diarreia (Foster & Smith, 2009).

A infecção localiza-se sobretudo na porção distal do intestino delgado, assim como ceco e cólon. Os oocistos são libertados nas fezes e contaminam o ambiente, promovendo a infecção de outros hospedeiros sobretudo pela via fecal-oral ou ocorre uma autoinfecção (Metre *et al.*, 2008).

As manifestações clínicas são desidratação, diarreia e anorexia. Porém há vitelos que nunca perdem a habilidade de mamar. Se a infecção for em concomitância com outros agentes, a sintomatologia irá agravar e o prognóstico será pior (Metre *et al.*, 2008).

2. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal dos ruminantes

O estômago dos ruminantes divide-se em quatro câmaras: o rúmen, o retículo, o omaso e o abomaso (Dyce, Sack & Wensing, 2010).

Quando nascem, os vitelos possuem todos os compartimentos do estômago diminuídos, incluindo o abomaso com 60% do tamanho que deverá apresentar em adulto. Estes começam a desenvolver-se após os primeiros dias, porém é apenas quando a introdução de sólidos é realizada que o processo se torna mais rápido. O fim do desenvolvimento é variável dependendo do animal e da alimentação a que é exposto, pode variar de 3 meses a 1 ano (Dyce, Sack & Wensing, 2010).

O intestino delgado e grosso são semelhantes aos dos outros animais, apresentam respetivamente, duodeno, jejuno e íleo, e ceco, cólon e reto. A maior diferença anatómica é o cólon que se divide em três porções, ascendente, descendente e transversa (Aspinall & Cappello, 2015).

O desenvolvimento do trato gastrointestinal e da sua microbiota está relacionado, não só com as funções nutricionais, mas também com as imunitárias que o vitelo adquire aquando da ingestão do colostro, influenciando o seu metabolismo (Xie *et al.*, 2020). Este processo é gradual e está dependente de múltiplos fatores, tais como a fisiologia, a idade e a dieta do animal (Lv *et al.*, 2019).

Vitelos que apresentam um maior número de bactérias benéficas responsáveis pela produção de ácidos gordos de cadeia curta no intestino e que têm o pH intestinal mais baixo inibem o crescimento de microrganismos patogénicos o que diminui o risco contraírem diarreia (Dempsey & Corr, 2022; Li *et al.*, 2023).

A comunidade microbiana é muito importante para o desenvolvimento do epitélio intestinal, e é esta que inibe colonização de bactérias nocivas, sendo desta forma crucial para a saúde e imunidade do vitelo (Buford, 2017). A sua maturação está altamente dependente dos nutrientes ingeridos e de substâncias reguladoras provenientes de partes do trato gastrointestinal, tais como citoquinas, luminocinas e neurotransmissores (Guilloteau *et al.*, 1997).

Estudo recentes demonstraram que a colonização do trato gastrointestinal tem início no útero, antes do seu nascimento (Guzman *et al.*, 2020). Porém é após o desmame que se estabelece uma carga microbiana mais complexa (Dill-Mcfarland, Breaker & Suen, 2017; Jiao *et al.*, 2016).

No que toca aos microrganismos presentes, estes são bactérias, fungos, arqueias e protozoários (Malmuthuge, Griebel & Guan, 2015). Aos 14 dias na vida do vitelo já é possível identificar as principais bactérias ruminais, porém, se estes estiverem isolados não irá ser possível estabelecer de uma forma correta o microbioma, pois muitos destes organismos são transmitidos pela saliva após o contacto direto com a mesma (Li *et al.*, 2012; Yáñez-Ruiz, Abecia & Newbold, 2015).

Estes microrganismos, principalmente os que estão localizados no rúmen, despendem de cerca de 70% da sua energia a sintetizar alimento não digerido (Yeoman & White, 2014).

O rúmen desenvolve-se em três fases distintas, a primeira é sem ruminação e está compreendida entre o nascimento e os 21 dias, a segunda é a de transição dos 21 aos 56 dias, e finalmente a terceira fase, com ruminação a partir dos 56 dias de idade (Jiao, Huang, Zhou & Tan, 2015). Este processo acarreta grande importância para o hospedeiro dado que vai

determinar a saúde e bem-estar do mesmo para o resto da sua vida (Tey, Enjalbert & Montelis, 2012).

Durante a primeira fase, o rúmen ainda não se encontra totalmente desenvolvido e por isso os vitelos são considerados semelhantes a monogástricos (Salgado-Flores *et al.*, 2016).

Cerca de 31% dos vitelos que morrem na primeira fase de desenvolvimento do rúmen é devido a falhas na transferência de imunidade passiva, conferida pelo colostro, dado que a sua ingestão tem um efeito positivo na colonização bacteriana ruminal e intestinal (Fischer *et al.*, 2018; Malmuthuge, Griebel & Guan, 2015).

Vitelos em que a diversidade bacteriana foi comprometida, podem padecer de desequilíbrios na microbiota intestinal, estando na causa de muitos casos de diarreia neonatal (Chong *et al.*, 2020; Oikonomou *et al.*, 2013).

3. Diagnóstico de diarreia neonatal

Os métodos de diagnóstico são cada vez mais vastos, o que permite um tratamento e prevenção mais direcionado, apesar disto apresentam falta de especificidade e sensibilidade (Chen *et al.*, 2023; Sedky, Ghazy & Abu-Zeina, 2025). É de recordar que todos os testes têm as suas limitações (Sedky *et al.*, 2025).

Realizar uma recolha de dados é muito importante para a escolha do método a utilizar, tendo em conta a história clínica dos animais em questão, quantos animais afetados, mudanças alimentares ou espaciais recentes, idade, vacinação, toma de colostro, características da diarreia e exame físico (Muktar, Mamo, Tesfaye & Belina, 2015; Sedky *et al.*, 2025).

A cultura bacteriana é um método usado para identificação dos patógenos causadores da diarreia em vitelos recorrendo à utilização de vários meios de agar seletivos para o crescimento dos diferentes tipos de bactérias, sendo possível isolar espécies como a *E.coli*, *Salmonella* e *C.perfringens* (Ata *et al.*, 2020; Quinn *et al.*, 2002). Ainda que possuam uma elevada aplicabilidade, a especificidade é reduzida e é um método mais lento (Muktar *et al.*, 2015).

A flutuação fecal, esfregaços fecais e microscopia direta são utilizados na detecção de oocistos no intestino, podendo *C.parvum* ser identificado neste diagnóstico (Ghazy, Abdel-Shafy & Shaapam, 2015). Dado que é um diagnóstico tradicional, necessita de uma elevada quantidade de amostras para obter uma resposta mais precisa e ainda tem as desvantagens da sensibilidade ser baixa e a sua performance estar dependente do operador que a realiza (Dryden *et al.*, 2005; Omoruyi *et al.*, 2014).

O isolamento viral é o padrão na detecção de vírus, com o objetivo de isolar um vírus específico conforme a cultura que utilizar, como é o caso do BRV e BCoV que são frequentemente isolados a partir de fezes de animais (Makwana, Irshadullakhan & Dhruv, 2020). Dificuldades no armazenamento das amostras e problemas de sensibilidade são algumas das desvantagens, porém também apresenta vantagens, tais como a possibilidade de desenvolver vacinas e kits de diagnóstico através deste método (Golaviya *et al.*, 2024).

A microscopia eletrónica permite a observação direta da morfologia dos vírus, como BCoV e BRV, responsáveis por muitos casos de diarreia (Akilesh *et al.*, 2021). Exige uma grande concentração de partículas, o custo dos mecanismos é elevado e a sensibilidade é baixa (Catroxo *et al.*, 2010). Falando sobre a microscopia eletrónica de transmissão, este método é mais rápido e considerado superior em casos de vírus entéricos, porém padece das mesmas desvantagens (Berber *et al.*, 2021; Martella *et al.*, 2020).

A imunodeteção é um método utilizado para identificar infeções intestinais, utiliza anticorpos monoclonais e policlonais para detetar vírus, esporos, toxinas e bactérias (Ramos *et al.*, 2020). Comparativamente aos métodos que utilizam ácidos nucleicos, esta é mais rápida ainda que não tão específica e sensível (Uslu *et al.*, 2023).

O teste Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) é um teste que utiliza anticorpos para detetar substâncias específicas, como em casos de infeções por BRV, BCoV, *E.coli* e *C.parvum* (Lee *et al.*, 2018; Manuja *et al.*, 2010). Existem múltiplos testes ELISA, como direto, indireto, sandwich entre outros e são utilizados em diferentes ocasiões, dado ser um teste simples e fácil pode ser utilizado em ambiente de laboratório assim como a campo para um diagnóstico mais rápido de animais gravemente doentes (Manuja *et al.*, 2010; Muktar *et al.*, 2015).

Estes ensaios de imunocromatografia (ICG) permitem uma rápida detecção de patógenos intestinais através da ICG lateral, que inclui *E.coli*, *Cryptosporidium*, BRV e BCoV.

Em alguns testes mais complexos realizados em laboratório, pode ser feita a análise de várias amostras simultaneamente (Lichmannsperger *et al.*, 2022). Este método não exige equipamento especializado e ainda que seja recomendada a confirmação por outro método [ELISA ou RT-PCR (Polymerase chain reaction in real time)] quando o resultado é positivo, apresenta elevadas especificidade e sensibilidade (Altuğ *et al.*, 2013; Hamedian *et al.*, 2022; Keles *et al.*, 2022).

A técnica PCR amplifica e localiza sequências específicas de DNA (ácido desoxirribonucleico), incluindo *E.coli*, BRV, BCoV, *Salmonella* e *Cryptosporidium* (Mohamed *et al.*, 2017; Younis *et al.*, 2009). É especialmente útil para identificar vírus e bactérias de crescimento lento e difíceis de isolar (Eldesoukey *et al.*, 2022). Relativamente a outros testes tem muitas vantagens, nomeadamente rapidez, precisão e elevada sensibilidade e especificidade (Saleh *et al.*, 2022).

O PCR multiplex (mPCR) é mais eficiente, rápido e específico que os restantes PCR, pois permite detetar múltiplos patogêneos ao mesmo tempo utilizando um menor volume de amostra e reagentes (Chang *et al.*, 2023). Foi desenvolvido um teste que deteta e quantifica *C.perfringens* B e C, BRV, BCoV, *Salmonella*, *C.parvum*, *E.coli* entre outros microrganismos, que se provou ser um avanço no diagnóstico das diarreias neonatais em vitelos (Pansri *et al.*, 2022).

O RT-PCR utiliza sondas fluorescentes para identificar o DNA. Este método é fácil de usar e mais rápido, revelando uma alta especificidade e capacidade de quantificação (Arya *et al.*, 2005; Espy *et al.*, 2006). É sensível a BRV e BCoV, podendo ser utilizado em condições de campo ou laboratório (Meng *et al.*, 2024).

O método de amplificação isotérmica mediada por laço (LAMP) utiliza muito poucos recursos e num curto espaço de tempo produz grandes quantidades de DNA a uma temperatura constante (Bodulev & Sakharov, 2020). Pode detetar para além de bactérias e vírus, *Cryptosporidium* com elevada especificidade e sensibilidade (Karakavuk *et al.*, 2024).

O DNA microarray e a sequenciação do genoma completo analisam múltiplas amostras de DNA com o objetivo de detetar simultaneamente múltiplos enteropatogêneos nas fezes, como é o caso de várias estirpes de *E.coli* e *Salmonella*, porém os custos e exigências técnicas são elevados (Donatin & Drancourt 2012; Wang *et al.* 2010).

Testes baseados em nanotecnologia têm tido um avanço na área dos métodos de diagnóstico pois utilizam nanopartículas para aumentar a sensibilidade e precisão de testes que

já existiam previamente permitindo diagnósticos mais rápidos e acessíveis (Ali *et al.* 2021; Ekinci *et al.* 2022; Wang *et al.* 2019). Alguns dos microrganismos encontrados foram *Salmonella*, *C.parvum* e *E.coli* (Razmi *et al.* 2020; Weigum *et al.* 2013).

4. Tratamento

O estado de hidratação em vitelos é estimado através da observação do afundamento do globo ocular, quando tempo demora a prega de pele na zona lateral do pescoço a retomar ao normal e da densidade urinária no refratômetro (Constable *et al.*, 2021).

A fluidoterapia, seja esta oral ou endovenosa está na base do tratamento de vitelos desidratados e não pode ser tratada como um tratamento geral, deve sim ser adequada a cada caso específico (Pfortmueller *et al.*, 2018). A endovenosa deve ser feita ao colocar um cateter na veia auricular ou jugular dependendo do caso, esta última tem a vantagem de poder permanecer por períodos mais longos (Coskun *et al.*, 2010).

4.1. Fluidoterapia Oral

É recomendada a fluidoterapia oral a vitelos com reflexo de sucção, sem dificuldades em manter-se de pé e com um afundamento do globo ocular inferior ou igual a 4 mm (milímetros) porém a sua reidratação vai ser mais lenta (Constable *et al.*, 2017).

As fórmulas mais comuns são:

- Hipotônicas para vitelos com desidratação leve e diarreia, pois não têm muitas perdas de sódio (Filho *et al.*, 2017);
- Hipertônicas não devem ser usados em casos de diarreia severos com danos na mucosa intestinal (Constable *et al.*, 2017);
- Isotônicas com elevada concentração de sódio, em diarreia e desidratação moderadas (Filho *et al.*, 2017);

A maioria das fórmulas para fluidoterapia oral é comercializada em pó, é necessário misturar com leite ou água e é administrada por intubação esofágica. Estas fórmulas contêm

eletrólitos, agentes alcalinizantes, compostos que facilitam a absorção de sódio, substratos energéticos e probióticos. O potássio é um componente importante pois o seu déficit está associado à duração da diarreia e à quantidade de alimento ingerida (Constable *et al.*, 2017; Constable *et al.*, 2021; Golbeck *et al.*, 2018; Trefz *et al.*, 2015).

No tratamento inicial deve ser formulada com água e só depois de 24 horas é que o leite deve ser reintroduzido, para evitar um aumento do volume plasmático (Constable, Grünberg & Carstensen, 2009; Kirchner *et al.*, 2014; Wenge *et al.*, 2014). O leite não deve ser retirado por mais de 24 horas dado que a administração da fluidoterapia oral em simultâneo com o leite não só reduz a diarreia como acelera o ganho de peso e reposição da flora e mucosa intestinal (Goodell, *et al.*, 2012).

É recomendável, ao mínimo sinal de diarreia, administrar fluidoterapia oral a todos os vitelos com uma idade até aos 21 dias para combater as rápidas perdas. A dose da taxa deve ser cerca de 12% do peso corporal e dividida ao longo de 2-3 tomas num dia (Constable *et al.*, 2021).

4.2. Fluidoterapia intravenosa

Os animais que têm indicação para fluidoterapia intravenosa podem apresentar hipotermia (menos de 38 °C), ausência ou diminuição do reflexo de sucção, dificuldade em manter-se de pé, anorexia, prostração e desidratação superior a 8% do peso (Constable *et al.*, 1996).

As cinco principais alterações que existem nestes animais são desequilíbrios eletrolíticos, ácido-base e de pressão oncótica, déficit de água livre e alterações na osmolaridade plasmática (Pfortmueller *et al.*, 2018). Existem casos com alterações na perfusão periférica e tal pode ser verificado através da temperatura das extremidades e medição da temperatura (Constable *et al.*, 1998).

O principal objetivo da fluidoterapia é restaurar o retorno venoso, corrigir a acidose metabólica, o desequilíbrio eletrolítico, a prostração e o reflexo de sucção (Berchtold, 2009; Constable, 2003).

Os tipos de fluídos que podem ser utilizados são:

- Ringer lactato em casos de vitelos com desidratação leve a moderada, onde os animais ainda se mantêm em estação, mas o reflexo de sucção apresenta-se diminuído (Constable, 2003; Doré *et al.*, 2019; Walker *et al.*, 1998);

- Ringer acetato apresenta uma concentração de sódio semelhante à do vitelo, o que pode ser uma vantagem. Utilizado em vitelos com desidratação (Constable *et al.*, 2005);

- Bicarbonato de sódio isotônico (1,3%) e hipertônico (8,4%) em casos de acidose metabólica e diarreia, para corrigir desequilíbrios ácido-base (Kosh & Kaske, 2008; Pfortmueller *et al.*, 2018);

- Cloreto de sódio (0,9%) que normalmente é utilizada juntamente com outras soluções (Constable, 2003);

- Cloreto de sódio hipertônico (7,2%) para reanimações rápidas, numa dose de 4-5 ml (mililitros) /kg (quilograma) durante 5 min após administração oral de 2-3L (litros) de uma solução de eletrólitos (Constable *et al.*, 1994, 1995, 2017; Constable, 1999).

O volume de fluídos que deve ser infundido deve ser calculado para cada caso em específico, tendo em conta o grau de desidratação e o peso do animal (Berchtold, 2009; Doré *et al.*, 2019).

Numa primeira fase, deve ser administrado cerca de 100-150ml/kg durante 4-6 horas, e nas seguintes 20-24 horas o volume diminui para 60-150 ml/kg. (Berchtold, 2009; Doré *et al.*, 2019). A taxa deve ser vigiada de forma a não exceder o volume pretendido para evitar complicações como edema pulmonar (Roussel & Kasari, 1990).

Os fluídos devem ser sempre aquecidos, para evitar o gasto de energia por parte do vitelo, nessa ação e para contrariar a hipotermia (Coskun *et al.*, 2010)

O bicarbonato de sódio deve ser administrado numa dose de 5-10mg (miligramas) /kg, numa concentração de 8,4%, por via endovenosa. Ainda que existam soluções isotônicas e hipertônicas deste fármaco, a segunda é a mais utilizada, pois corrige mais rapidamente a acidose metabólica e acidémia enquanto que a isotônica corrige a hidratação. Porém não deve ser utilizado se o vitelo apresentar alterações respiratórias com o risco de sequelas neurológicas (Abeysekara *et al.*, 2012; Berchtold *et al.*, 2005; Coskun *et al.*, 2010; Kosh & Kaske, 2008).

A utilização de bicarbonato de sódio para correção de acidose é calculado através da fórmula: bicarbonato (gramas) = peso corporal (kg) × déficit de base [mmol (milimol) /L] × 0.6 (L/kg). Sendo que 0,6 é o volume de distribuição em vitelos. (Gunn *et al.*, 2020).

No caso de existir hipoglicémia, glucose numa dose de 150mg/kg deve ser administrada utilizando a mesma via. Este sinal clínico é comum quando os vitelos não querem beber leite e por esta razão a condição corporal vai-se degradando (Berge, Moore & Sischo, 2006). Deve ser administrada apenas no primeiro dia pois a administração continua de glucose pode provocar recusa do leite (Gareis, 2003).

4.3. Antimicrobianos

Existe cada vez mais uma consciencialização para o uso de antibióticos apenas quando estes são estreitamente necessários de forma a preservar a eficácia dos que existem atualmente e não criar resistências (FDA CVM, 2018; OIE, 2018; WHO, 2015).

Desta forma, a utilização de antibióticos deve ser limitada e apenas utilizada em casos de comprometimento sistémico (Constable, Pyörälä & Smith, 2008; Smith, 2015). Através de testes de suscetibilidade antimicrobiana, é possível escolher a molécula que mais se adequa ao caso em questão, porém pode ser necessária terapêutica antimicrobiana de imediato, com moléculas de primeira linha, enquanto se aguarda pelos resultados laboratoriais dos testes de sensibilidade (Berge, Moore & Sischo, 2006; Elbi *et al.*, 2021).

No entanto e apesar de ser proibido na União Europeia (UE) há muitos anos, existem ainda muitos países nos Estados Unidos da América que embora tenham reduzido substancialmente, ainda utilizam antibióticos de forma profilática, acrescentando ao leite, e muitos vitelos tratados com mais do que um antibiótico (BVA, 2021; Marshall & Levy, 2011; Sawant, Sordillo & Jayarao, 2005; Urie *et al.*, 2018; Walker *et al.*, 2012; Zwald *et al.*, 2004).

O uso de antibiótico é justificado quando se trata de infeção pela bactéria *E.coli* que é o terceiro agente mais prevalente em todo o mundo, assim como por *Salmonella spp.* O objetivo do tratamento é reduzir a população de coliformes e impedir que ocorram mais danos na mucosa intestinal (Berchtold & Constable, 2009; Brunauer, Roch & Conrady, 2021; Constable, 2004, 2009; Elbi *et al.*, 2021).

Na UE na primeira linha de tratamento estão indicados diversos antibióticos como amoxicilina e sulfonamidas com trimetropim, como segunda linha, amoxicilina com ácido

clavulânico, gentamicina, paromomicina e como terceira são quinolonas e flumequina. Em casos de septicemia podem ser utilizadas como primeira abordagem penicilina ou sulfonamidas com trimetopim (AMCRA, 2021; EMA, 2025).

No que diz respeito aos países fora da UE a situação é diferente, estando aprovado para uso ampicilina, sulfonamidas e amoxicilina, esta última também por via oral e cefalosporinas de terceira e quarta geração como segunda linha terapêutica (Berchtold & Constable, 2009; Constable, 2004 e 2009).

Segundo Prieto e colaboradores (2022), apenas cefquinoma, gentamicina, cefoperazona e ceftiofur apresentam eficácia contra a maioria das estirpes de *E.coli*, devido às resistências por parte das bactérias a outras moléculas.

Inquéritos realizados em vários países da UE, como Escócia e Portugal, demonstraram que o uso de antibióticos para o tratamento da diarreia é recorrente independentemente do agente (Gomez *et al.*, 2017).

Categorisation of antibiotic classes for veterinary use (with examples of substances authorised for human or veterinary use in the EU)				
A	Aminopenicillins mecillinam pivmecillinam	Carbapenems meropenem doripenem	Drugs used solely to treat tuberculosis or other mycobacterial diseases isoniazid ethambutol pyrazinamide ethionamide	Glycopeptides vancomycin
	Ketolides telithromycin	Lipopeptides dalbavancin	Other cephalosporins and penams (ATC-code J01DI), including combinations of 3rd-generation cephalosporins with beta-lactamase-inhibitors ceftiofur ceftazidime ceftiofur-tazobactam faropenem	Glycylcyclines tigecycline
	Monobactams aztreonam	Oxazolidinones linezolid		Phosphonic-acid-derivates fosfomicin
	Rifamycins (except rifaximin) rifampicin	Riminoferazines clofazimine		Pseudomonic acids mupirocin
	Carboxypenicillin and ureidopenicillin, including combinations with beta-lactamase-inhibitors piperacillin-tazobactam	Sulfones dapson	Streptogramins pristinamycin virginiamycin	Substances newly authorised in human medicine following publication of the AMEG categorisation to be determined
B	Cephalosporins, 3rd- and 4th-generation, with the exception of combinations with β-lactamase inhibitors cefoperazone cefovecin cefquinome ceftriaxone	Polymyxins colistin polymyxin B	Quinolones: fluoroquinolones and other quinolones cinoxacin danofloxacin difloxacin enrofloxacin flumequine ibafloxacin	
			 marbofloxacin norfloxacin orbifloxacin oxolinic acid pradofloxacin	
C	Aminoglycosides (except spectinomycin) amikacin apramycin dihydrostreptomycin framycetin gentamicin kanamycin neomycin paromomycin streptomycin tobramycin	Aminopenicillins, in combination with beta-lactamase inhibitors amoxicillin + clavulanic acid ampicillin + sulbactam	Amphenicols chloramphenicol* florfenicol thiamphenicol	Macrolides erythromycin gamithromycin oleandomycin spiramycin tilidipirosin tilmicosin tulathromycin tylosin tylvalosin
		Cephalosporins, 1st- and 2nd-generation, and cephamycins cefazolin cefadroxil cefalexin cefalonium cefalotin cefapirin cefazolin	Lincosamides clindamycin lincomycin pirlimycin	
			Pleuromutilins tiamulin valnemulin	Rifamycins: rifaximin only rifaximin
	D	Aminopenicillins, without beta-lactamase inhibitors amoxicillin ampicillin metampicillin	Aminoglycosides: spectinomycin only spectinomycin	Sulfonamides, dihydrofolate reductase inhibitors and combinations formosulfathiazole phthalylsulfathiazole sulfacetamide sulfachlorpyridazine sulfaclozine sulfadiazine sulfadimethoxine sulfadimidine sulfadoxine sulfafurazole sulfaguanidine
Tetracyclines chlortetracycline doxycycline oxytetracycline tetracycline		Anti-staphylococcal penicillins (beta-lactamase-resistant penicillins) cloxacillin dicloxacillin nafcillin oxacillin	Macrolides erythromycin gamithromycin oleandomycin spiramycin tilidipirosin tilmicosin tulathromycin tylosin tylvalosin	
Natural, narrow-spectrum penicillins (beta-lactamase-sensitive penicillins) benzathine benzylpenicillin benzathine phenoxymethylpenicillin benzylpenicillin penethamate hydriodide		 pheneticillin phenoxymethylpenicillin procaine benzylpenicillin	Cyclic polypeptides bacitracin	
			Steroid antibacterials fusidic acid	Nitroimidazoles metronidazole*
			Nitrofurans derivatives* furaltidone furazolidone	

* Prohibited for use in food-producing animals under Regulation (EU) No 37/2010.

Figura 1 - Categorização das classes dos antibióticos para uso veterinário

Na **Figura 1** podem ser observadas as várias classes de antibióticos, em que a classe D deve ser utilizada com prudência, a C com precaução, a B com restrição e a A é para ser evitada.

4.4. Anti-inflamatórios não esteroides (AINE)

Os estudos sobre os efeitos da utilização de AINE, nomeadamente meloxicam e flunixin-meglumine em vitelos com diarreia são escassos, no entanto foi possível concluir que

ainda que a sua administração possa não alterar a duração da diarreia, as atividades destas moléculas nos dias após o tratamento reduzem a dor visceral associada aos fluídos abomasais em excesso que provocam cólicas intestinais (Barnett *et al.*, 2003; Constable, 2009; Todd *et al.*, 2010).

O mecanismo associado a estes fármacos é a inibição da síntese de prostaglandinas e da ciclo-oxigenase 2, que vai reduzir a inflamação intestinal causada pela diarreia e os efeitos secundários provocados pela septicémia (Constable, 2009; European Medicines Agency, 2009).

Um estudo canadiano com 62 vitelos, demonstrou que a utilização de meloxicam numa dose de 0,5mg/kg como toma única subcutânea promove a taxa de crescimento assim como a retoma de apetite mais precocemente devido às suas propriedades anti-piréticas, analgésicas e anti-inflamatórias (Todd *et al.*, 2010). Também pode ser aconselhada uma injeção única intramuscular de flunixin-meglumine na dose 2,2 mg/kg, de forma a reduzir não só a duração da diarreia como reduzir a necessidade de utilização de antibiótico (Barnett *et al.*, 2003).

5. Prevenção

A prevenção é a abordagem mais eficaz para o controlo de diarreia neonatal. Ao garantir condições de higiene, alimentação apropriada, manejo de colostro adequado, diminuir o nível de stress e a realizar quarentena de animais infetados, é possível reduzir a incidência desta afeção (Meganck, Hoflack & Opsomer, 2014).

A utilização de antimicrobianos em demasia e sem causa justificada é cada vez mais um tema atual e eminente. O seu uso inadequado está na origem da resistência das bactérias aos antimicrobianos na saúde animal e humana. Considerando estes riscos é necessário minimizar o uso de antibióticos e implementar estratégias inovadoras. (Du *et al.*, 2023).

Uma destas estratégias, pode ser a utilização de péptidos antimicrobianos no combate às bactérias resistentes. Estes são pequenas cadeias de resíduos de aminoácidos presentes no sistema imunitário do organismo que têm a capacidade de destruir as bactérias ao penetrar na sua membrana celular (Kumar *et al.*, 2020; Manniello *et al.*, 2021; Park & Hahm, 2005).

Vários estudos já demonstraram que a resistência aos antibióticos proveniente da produção animal pode passar para os humanos através da sua produção e até mesmo através do

ambiente (Fujita *et al.*, 2022; Martak, Henriot & Hocquet, 2024; Ribeiro, Nespolo, Rossi & Fairbrother, 2024).

Alguns autores descrevem que a sua utilização vai aumentar em 67% de 2010 a 2030 a uma escala global (Van Boeckel *et al.*, 2015).

5.1. Colostro

Uma medida preventiva de extremo impacto é a ingestão do colostro de qualidade, em quantidade suficiente e o mais rapidamente aquando do nascimento, prevenindo em 31% a ocorrência de diarreia neonatal (Monney, Adiougoua, Karamoko & Akran, 2020; Silva, Silva, Pereira & Cerqueira, 2024).

A colostrogénese é o processo no qual o colostro é formado. Este acontece no final da gestação quando as células mamárias se diferenciam e se preparam para a lactação (Baumrucker, Burkett, Magliaro-Macrina & Dechow, 2010).

O colostro apresenta diversos componentes nutricionais, não nutricionais e células. No que diz respeito aos nutricionais estes são minerais, oligoelementos, vitaminas (A, D, E, B e β -caroteno), aminoácidos e ácidos gordos. Os não nutricionais são as imunoglobulinas, prolactina, hormona de crescimento, glucagon e insulina, já as células são sobretudo epiteliais, leucócitos e eritrócitos (Barrington, McFadden, Huyler & Besser, 2001; Gibson, Staley & Baumrucker, 1999).

Devido aos diversos componentes do colostro, este não confere apenas imunidade como também auxilia o desenvolvimento do metabolismo, do estado nutricional e dos sistemas endócrinos, na digestão e absorção e no crescimento do vitelo (Blum *et al.*, 2002; Hammon *et al.*, 2013).

No que diz respeito às classes das imunoglobulinas, as mais importantes são Imunoglobulina (Ig) G1 e 2, IgM e IgA. Em vacas de carne a IgG1 existe em maior quantidade, porém, comparativamente às de leite ou de raças cruzadas, a sua transferência para o colostro é menor (McGee, Drennan & Caffrey, 2005 e 2006).

As concentrações de IgM e IgA no sangue mantêm-se constantes ao longo da gestação e período pré-parto (Hurley & Theil, 2011). No que diz respeito à IgG1, esta começa a diminuir no último mês pré-parto até 6 horas após o parto e cessa após 24 horas (McCutcheon, Caffrey,

Kelleher & Brophy, 1991; Weaver *et al.*, 2000;). No que diz respeito à concentração de IgG2, esta aumenta perto do parto (Guy, McFadden, Cockrell & Besser, 1994; McCutcheon *et al.*, 1991).

A medição de IgG presente no colostro pode ser realizada através de um refratômetro de Brix, sendo o valor ideal 21-22 Brix, o que se traduz numa quantidade de 50g/L (Bielmann *et al.*, 2010). O vitelo deve ingerir cerca de 150 a 200g (Furman-Fraczak, Rzasas & Stefaniak, 2011). Caso o colostro seja pasteurizado, há menor risco dos vitelos contraírem diarreia, porém este processo geralmente só ocorre em vacas de leite (Godden *et al.*, 2012).

Os anticorpos presentes no colostro da mãe, têm um papel crucial na transferência da imunidade passiva para as crias, conferindo ao vitelo imunidade durante as primeiras 2 a 4 semanas após o nascimento. (Hurley & Theil, 2011; McGee & Earley, 2019). Esta é adquirida através da ingestão do colostro, idealmente nas primeiras 6 horas de vida. É importante garantir a ingestão duma quantidade adequada do colostro e a qualidade do mesmo (Cortese, 2009).

No entanto, no caso de vacas de carne em regime extensivo, o sistema dificulta a verificação dessa ingestão nas primeiras horas após o nascimento, tornando mais frequente a toma do colostro mais tardia por falta de intervenção (Waldner & Rosengren, 2009). A interação com os vitelos é apenas realizada quando estes já demonstram sinais clínicos visíveis, dado que estes permanecem com as mães a campo durante vários meses após o nascimento (McGee & Earley, 2019).

Nestas situações deve-se proceder à imobilização da mãe para facilitar o acesso ao vitelo, caso este não mame, a vaca deve ser ordenhada e o colostro deve ser administrado por biberão ou sonda esofágica. O vínculo vaca-vitelo é muito importante nesta fase pois facilita o processo da transferência da imunidade passiva (Larson *et al.*, 2004).

No caso de vitelos nascidos de partos distócicos ou gemelares, estes têm mais probabilidade de apresentar baixa imunidade passiva, devido ao tempo que demoram a levantar-se e consequentemente a mamar, resultando em vitelos menos vigorosos (Hickson, Lopez-Villalobos, Kenyon & Morris, 2008; Homerosky *et al.*, 2017).

Para além de o colostro ser consumido em tempo adequado, outros fatores como a qualidade, o volume e a concentração de Ig presentes, assim como a forma como são absorvidas pelo vitelo, são cruciais para a transferência da imunidade da mãe para a cria (McGee & Earley,

2019). Fatores como a genética da mãe e do pai, o género do vitelo e prematuridade podem afetar de uma forma negativa esta transferência (Earley *et al.*, 2018).

Comparativamente aos bovinos com aptidão leiteira, existem menos trabalhos publicados com bovinos de carne relativamente à relação vaca-vitelo, na tomada do colostro e manejo pós-parto, devido à dificuldade no manejo (McGee *et al.*, 2006).

Os estudos sobre a subnutrição pré-parto das mães afetar a qualidade do colostro não são consistentes, porém a maioria dos trabalhos publicados demonstram que não afeta negativamente a sua qualidade (Silva-del-Rio *et al.*, 2017).

Segundo Gulliksen e colaboradores (2008), a presença de IgG no colostro é menor no inverno devido à alteração da rotina dos animais, ao aumento do aparecimento de doenças e à menor disponibilidade de alimento.

É de notar que a carga imunológica presente no colostro é maior em vacas na terceira ou quarta parição comparativamente a uma primípara, devido ao facto de a glândula mamária estar menos desenvolvida, o que leva a um menor volume de leite produzido e transporte de imunoglobulinas mais limitado. O facto das vacas mais velhas já terem sido expostas a um maior número de antigénios, permite uma produção e transferência de quantidades mais elevadas de anticorpos para o colostro (Grodkowska *et al.*, 2023).

Estes dados apenas se verificam em vacas de leite, no que diz respeito às de carne não existem diferenças significativas (McGee & Earley, 2019). Pode ter sim a ver com o volume de colostro produzido pelas primíparas, que é menor e não com a quantidade de Ig (McGee *et al.*, 2006).

Evidenciando a longa época de partos, pode-se referir que quando existe muita diferença nas idades dos vitelos, aumenta o risco dos mais novos ficarem doentes devido á excreção de diferentes patogéneos por parte dos mais velhos, que, entretanto, já desenvolveram imunidade a esses mesmos patogéneos (Larson & Tyler, 2005).

5.2. Estado nutricional e vacinal das mães

Uma alimentação adequada principalmente nos últimos dois meses da gestação é muito importante para reduzir problemas aquando do parto e nas primeiras semanas de vida do vitelo (Mee, 2004).

Os estudos relativos à eficácia da vacinação das mães como forma de diminuir os casos de diarreia neonatal nos vitelos têm sido contraditórios. (Saif *et al.*, 1984)

No entanto, a vacinação das mães antes do parto reduz a mortalidade e morbidade associada à diarreia neonatal (Corgaglia *et al.*, 1992; Myers, 1980). Foi também possível verificar que potencia a transferência de imunidade passiva através do colostro ainda que não haja alteração na quantidade total que é recebida pelos vitelos (Reppert *et al.*, 2019).

Mais ainda, crias de mães vacinadas excretam menos oocistos de *C. parvum* (Trotz-Williams *et al.*, 2007).

A administração da vacina individualmente não é suficiente, esta deve ser complementada com boas práticas de higiene, e com a transferência da imunidade passiva através da toma do colostro (Maier *et al.*, 2022).

6. Maneio geral em vacas de carne

A sustentabilidade ambiental é progressivamente um tema mais falado e tido em conta no maneio das vacas de carne. As práticas conscientes com o menor impacto ambiental possível mantendo a qualidade de vida do efetivo é o objetivo quando se aborda este tema. Os trabalhadores agrícolas devem ser integrados e educados sobre estas práticas. A relação custo-benefício é a variável mais relevante quando se fala de sustentabilidade ambiental e económica, e boas práticas de bem-estar no efetivo (Patil, 2024).

Os custos da produção de carne bovina têm vindo a sofrer aumentos progressivos e nem todos os produtores conseguem suportar os crescentes desafios, tais como aumento dos custos energéticos e alimentares, alterações climáticas e políticas governamentais mantendo a qualidade e segurança da carne, o bem-estar dos animais e a sustentabilidade ambiental (Committee on a Framework for Health *et al.*, 2015; Hill, 2012).

O objetivo destes produtores, principalmente nesta área dos bovinos de carne, é melhorar a eficiência alimentar, que lhes permite reduzir os custos associados aumentando a rentabilidade da exploração, otimizando a reprodução e o maneio. É também importante diminuir o impacto ambiental que advém da sua produção através da seleção genética, práticas

de agricultura sustentável e conservação ambiental, de forma a abrandar as alterações climáticas e proteger os ecossistemas (Baker *et al.*, 2006; Gerber, 2013; Nkrumah *et al.*, 2006).

A saúde dos bovinos pode ser melhorada através de vacinações, desparasitações e check-ups regulares por parte do veterinário e dos restantes responsáveis, assim como com uma alimentação variada, de qualidade e adaptada ao estágio da vida em que se encontram, seja crescimento, lactação, gestação ou reprodução (Cabezas-Garcia, Lowe & Lively, 2021; Huntington, 1997; Patil, 2024). Estas ações promovem o crescimento, produtividade, reprodução e resistência a doenças (Church & Pond, 1988). Como forma de auxílio, manter registos sobre cada animal e todas as suas intervenções permite analisar o estado do próprio, assim como do restante efetivo e tornar as tomadas de decisão para o futuro mais conscientes (Kakade *et al.*, 2023).

De um ponto de vista genético, devem ser mantidos os animais com as características mais favoráveis, favorecendo a resistência a doenças, diminuição das complicações no parto, eficiência alimentar e redução do intervalo geracional (Patil, 2024). É de constatar que melhorar a conversão alimentar não exige um aumento da rentabilidade da exploração dado que as necessidades nutricionais destes animais genotopicamente superiores vão ser mais exigentes, podendo anular os ganhos (Meuwissen, Hayes & Goddard, 2013; Ojo *et al.*, 2024). É necessário analisar não só os custos inerentes como o aumento das emissões de metano e se põem em causa as metas ambientais das explorações (Capper, 2011).

Contrariamente aos bovinos em crescimento em que mais de 40% do que ingerem é utilizado para manutenção corporal, os adultos necessitam de mais de 50% (Ojo *et al.*, 2024). Raças de bovinos de carne têm necessidades energéticas e de manutenção inferiores às de leite, assim como percentagens maiores de gordura subcutânea e menores de gordura visceral (Solis *et al.*, 1988; Thompson, *et al.*, 1983). Quanto ao género também podem existir disparidades, dado que os machos revelam um potencial de crescimento superior ao das fêmeas (Ojo *et al.*, 2024).

O alimento divide-se em duas categorias, de manutenção e produção. A primeira é relativa à energia necessária para as funções fisiológicas tais como termorregulação, respiração e circulação sanguínea, a segunda é a energia necessária para o processo de lactação, crescimento e/ou reprodução (Korver, 1988). A sua alimentação deve consistir em forragem de alta qualidade com uma mistura de leguminosas e gramíneas. É de notar a importância em fazer rotação de pastagem para evitar o sobrepastoreio e garantir que há sempre alimento nas

pastagens (National Research Council, 2000). De forma a colmatar deficiências na alimentação, suplementos vitamínicos e minerais devem ser acrescentados, sempre após uma cuidada análise nutricional da manada (Preston & Leng, 1987). Paralelamente à alimentação, a água deve ser sempre disponível e de uma forma abundante, dado que para além de ter o seu papel na hidratação também auxiliar no processo de digestão e absorção de nutrientes (Patil, 2024).

As condições climáticas apresentam um desafio para os bovinos em regime extensivo visto que a disponibilidade de alimento durante o inverno é menor, sendo necessária suplementação alimentar. A hierarquia social pode afetar a acessibilidade tanto à água como ao alimento de animais que não sejam dominantes (Bica *et al.*, 2020; Phillips & Rind, 2002).

O desmame pode ser uma fase com muito stress associado quer para a mãe, quer para o vitelo, porque embora o desmame natural esteja compreendido entre os 7 e os 14 meses, na maioria das explorações agrícolas este acontece entre os 5 e os 11 meses de idade, o que interrompe o ciclo natural de desmame progressivo e introdução gradual de sólidos (EFSA, 2025; Enriquez, Hötzel & Ungerfeld, 2011; Lynch, McGee & Earley, 2019).

No que diz respeito a bovinos de carne em regime extensivo, o contacto com o humano apenas é limitado a situações excepcionais, o que pode dificultar se for necessário algum procedimento de urgência ou até de rotina que exija esta proximidade. Desta forma, um contacto mais frequente e positivo, pode facilitar o manuseamento destes animais (EFSA, 2025).

Em suma, uma monitorização cuidada e regular, assim como melhorias na nutrição, no manejo, na genética, nas iniciativas sustentáveis e serviços veterinários regulares são cruciais para um bom funcionamento de qualquer exploração (Cottle, Nolan & Wiedemann, 2011).

Assim, colocaram-se as seguintes hipóteses de estudo neste trabalho:

- A. A ocorrência de diarreias neonatais na exploração em estudo difere consoante a sazonalidade;
- B. A ocorrência de diarreias neonatais na exploração em estudo difere consoante a idade das mães
- C. A ocorrência de diarreias neonatais na exploração em estudo difere consoante o protocolo vacinal das mães;
- D. O grau de diarreia tem impacto na mortalidade neonatal; e
- E. A ocorrência de diarreias neonatais tem impacto na mortalidade de vitelos mais velhos.

Com tudo isto, os objetivos desta dissertação foram os seguintes:

1. Estudar a relação entre a ocorrência de diarreias neonatais em vitelos e a sazonalidade, o protocolo vacinal das mães e a mortalidade dos vitelos;
2. Avaliar a relação entre a gravidade da diarreia neonatal e a mortalidade dos vitelos numa idade mais avançada
3. Estudar a relação entre diarreia neonatal e mortalidade em vitelos de idade mais avançada.

II. Material e métodos

2.1. População em estudo

A amostra do presente estudo é de 2411 vitelos provenientes de uma exploração de regime extensivo de bovinos de carne das raças Charolês, Salers, Limousine e cruzamentos entre elas, localizada na zona de Alcochete, Portugal. A amostra inclui todos os animais nascidos nos anos 2023 e 2024.

Os vitelos são provenientes de oito vacadas diferentes cujas mães foram ou não vacinadas para prevenção de Rotavírus bovino, Coronavírus bovino e *E.coli* (K99) (Bovilis Rotavec Corona®, MSD Animal Health, 2ml, IM) no período pré-parto como forma de prevenção para as diarreias neonatais. Segundo o resumo das características do medicamento (RCM), a vacina deve ser administrada no período compreendido entre as 12 e 3 semanas pré-parto. Nesta exploração existem duas épocas de parto, compreendidas de março a junho e de setembro ao final de novembro e a idade ao primeiro parto é pelos 3 anos.

A Tabela 1 apresenta o número de vacas pertencentes a cada vacada, assim como o número de mães vacinadas. Inclui também os nascimentos relativos a 2023 e 2024.

Tabela 1 - Relação entre o número de vacas pertencentes a cada manada, o número e percentagem (%) de mães vacinadas e os nascimentos de 2023 e 2024 integrantes no estudo de vacas de carne em Alcochete, em Portugal entre 2023 e 2024

Vacada	Raças	Nº de vacas	Nº de vacas vacinadas	% de vacas vacinadas	Nº de nascimentos de 2023	Nº de nascimentos de 2024
1	Charolês	272	231	84,9 %	151	121
2	Limousine	387	320	82,7 %	191	196
3	Salers	433	0	0 %	206	227
4	Limousine	163	149	91,4 %	81	82
5	Limousine X Salers	350	0	0 %	162	188
6	Salers	265	220	83,0%	133	132
7	Limousine e Charolês	341	0	0 %	162	179
8	Limousine	200	0	0 %	101	99
Total		2411	920	38,2%	1187	1224

O clima da zona de Alcochete é mediterrânico, em que os invernos são amenos e chuvosos contrastando com os verões quentes e secos. As temperaturas raramente baixam dos 3°C (Celsius) no Inverno nem muito acima dos 36°C no Verão.

2.2. Identificação e protocolo terapêutico de vitelos com diarreia

A identificação dos vitelos com diarreia foi realizada através da observação diária, por vezes bi-diária, por parte dos tratadores, com base em sinais de prostração e períneo conspurcado.

Vitelos que apresentavam sinais de diarreia eram separados da vacada e observados no próprio dia pelo médico veterinário assistente da exploração.

O grau de diarreia era avaliado com base na gravidade dos sinais e o tratamento adequado, de acordo com os seguintes critérios:

- **Grau de diarreia ligeira:** alteração na consistência das fezes, quando estas se encontravam semi-líquidas. O tratamento caracterizou-se pela administração de trimetropim e sulfadoxina (Dofatrimject®, Dopharma, 1ml/15kg, IV) durante 1 dia. Se a consistência das fezes permanecesse semi-líquida era repetida a administração no dia seguinte.

- **Grau de diarreia moderada a severa:** apatia, com sinais de desidratação (afundamento do globo ocular, tempo que demora a pregar na zona lateral do pescoço a voltar ao normal), ausência ou diminuição do reflexo de sucção, relutância em alimentar-se ou acompanhar a mãe e fezes líquidas. O tratamento consistiu na administração de eletrólitos (Esterofundina®, Braun, 1L, IV), glucose a 30% (Braun, 150ml, IV), bicarbonato de Sódio (Braun, 100ml, IV), trimetropim e sulfadoxina (Dofatrimject®, Dopharma, 1ml/15kg, IV) e complexo vitamínico (Duphalyte®, Zoetis, 250ml, IV).

Um dos fatores de complicação neste estudo é que o número de staff responsável pelos animais é grande, e desta forma não é sempre o mesmo tratador a verificar todos os animais, à exceção de quando o veterinário responsável é chamado. Dito isto, como não há um sistema padronizado da avaliação do estado dos vitelos, os critérios utilizados para a sua avaliação não são sempre consistentes.

2.3. Cálculo da prevalência de diarreia, taxas de casos de diarreia e de mortalidade

A prevalência de diarreia foi calculada para cada vacada com base no número de vitelos identificados com diarreia, sobre o número de vitelos nascidos na vacada, no período em que decorreu o estudo.

A taxa de casos de diarreia foi calculada com base no número de casos de vitelos com diarreia, sobre o número de vitelos nascidos em cada vacada nos anos de 2023 e 2024, e foi utilizada para variáveis distintas. As variáveis em questão são a estação do ano, a idade das mães (inferior a 4 anos e igual ou superior 4 anos), a vacinação ou não das mães e o período de vacinação pré-parto das mães (menor ou igual a 12 semanas e maior de 12 semanas).

A média das idades mínima, média e máxima das mães ao parto, assim como a média do intervalo menor, médio e maior de vacinação das mães pré-parto foi calculada somando os valores mínimos, médios e máximos, respetivamente e dividindo pelo valor total de 4, dado que há 4 vacadas às quais não foram administradas vacinas.

A taxa de mortalidade foi calculada através da divisão entre o número de mortes em cada vacada e os casos de diarreia existentes na mesma. No caso dos graus ligeiro e moderado a severo, as taxas de mortalidade foram calculadas através do número de mortes em cada um dos graus sobre o número de casos respetivos.

No Gráfico 3 podem ser observadas a distribuição dos vitelos afetados com diarreia neonatal por intervalo de idade e a mortalidade presente nesses mesmos intervalos.

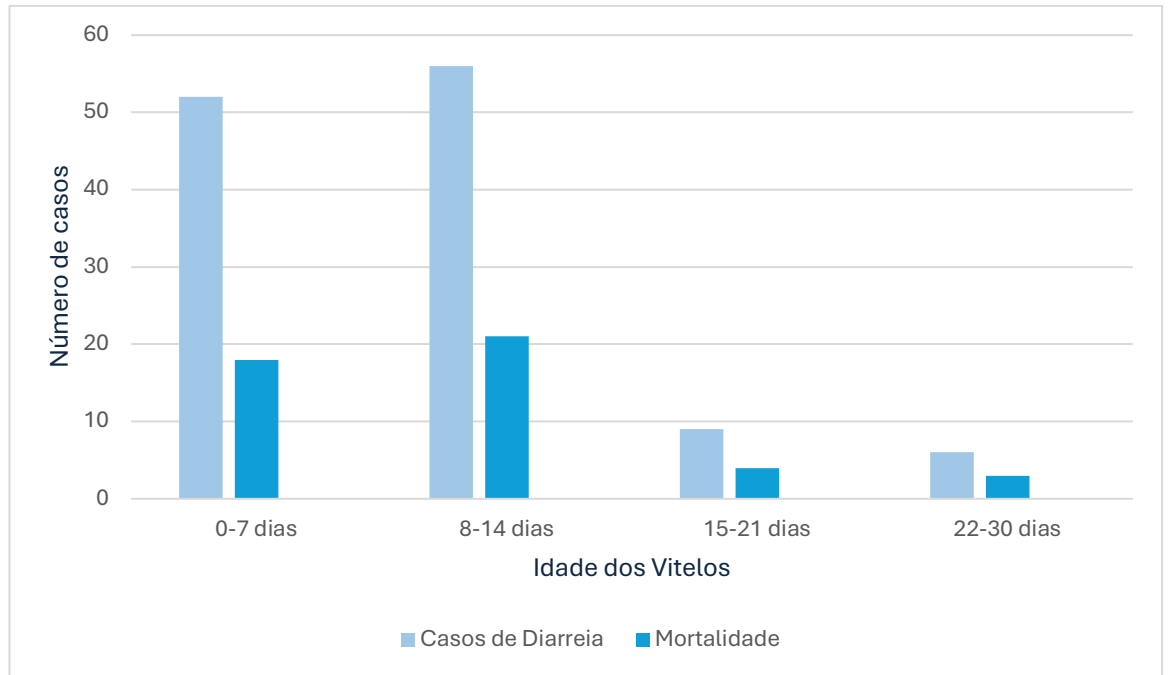


Gráfico 3 – Distribuição etária dos vitelos com Diarreia Neonatal e a mortalidade associada à mesma

2.4. Variáveis (dependentes) estudadas

As variáveis estudadas para compreender a associação com a ocorrência de diarreia neonatal e o resultado terapêutico foram as seguintes:

- Estação do ano (Primavera, Verão, Outono e Inverno)
- Idade da mãe (inferior a 4 anos; 4 anos ou superior)
- Realização da vacinação da mãe (sim ou não)
- Intervalo entre vacinação das mães e parto (superior a 12 semanas; 12 semanas ou inferior)
- Taxa de mortalidade dos vitelos
- Número de vitelos mortos com grau de diarreia ligeira
- Número de vitelos mortos com grau de diarreia moderada a severa
- Proporção de animais mais velhos que apresentou ou não diarreia enquanto neonato

No que diz respeito à idade das mães, foram escolhidos os grupos inferior a 4 anos e 4 anos ou superior de forma a ser possível verificar as diferenças entre primíparas e multíparas, respetivamente.

Relativamente à proporção de animais mais velhos que apresentou ou não diarreia enquanto neonato foram apenas considerados animais com idade igual ou superior a 31 dias, sendo representado por 167 vitelos.

2.5. Análise estatística

Os dados foram registados e analisados com recurso a Excel® (v. 2509) e posteriormente foi utilizado o programa SPSS (IBM SPSS 30.0.0.0) para a realização da análise descritiva das variáveis dependentes e independente do estudo; e a análise inferencial, de forma a compreender a associação entre a taxa de mortalidade e os fatores de risco (ou protetores) presentes nas vacadas, e a associação entre o grau de diarreia e a taxa de mortalidade, através do teste de Qui-Quadrado de Pearson e do teste Binomial (variáveis f, g e h). O nível de significância admitido foi de 95% ($p < 0.05$).

III. Resultados

A Tabela 2 apresenta a frequência de casos de diarreia observados nas oito vacadas

Tabela 2 - Prevalência de diarreia neonatal do estudo de vacas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Vacada	Nº casos de diarreia	Prevalência de diarreia
1	11	4,0%
2	2	0,5%
3	26	6,0%
4	30	18%
5	28	8,0%
6	7	2,6%
7	10	2,9%
8	9	4,5%
Total	123	5,1%

Nesta exploração existe uma prevalência geral de diarreia neonatal de 5,1%, com 123 casos entre 2023 e 2024. A vacada que apresentou uma prevalência mais elevada foi a 4, com 18% e a menor foi a 2 com 0,5%.

A Tabela 3 mostra a frequência absoluta de casos nas diferentes estações do ano, nos anos 2023 e 2024.

Tabela 3 – Relação entre nascimento de vitelos de acordo com a estação do ano, com os casos de diarreia neonatal de vitelos em vacas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Vacada	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Valor de <i>p</i>
1	84	37	85	66	0,014
2	102	77	99	109	
3	143	73	132	85	
4	64	30	37	32	
5	110	101	91	48	
6	76	65	90	34	
7	81	70	78	112	
8	101	23	36	40	
Taxa de casos de diarreia	4,9%	2,7%	5,4%	7,2%	

O maior número de casos de diarreia neonatal ocorreu nas estações do ano mais frias, o Outono (5,4%) e o Inverno (7,2%). Verificou-se que existe uma associação estatística entre os animais que nasceram no inverno e que tiveram diarreia neonatal ($p=0,014$), tendo-se aceite a primeira hipótese do estudo.

Na Tabela 4, observa-se a distribuição das idades das mães nas diferentes vacadas.

Tabela 4 - Distribuição das idades mínimas, médias e máximas das mães pelas vacadas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Vacada	Idade mínima	Idade média	Idade máxima
1	1,9 anos	6 anos	13,9 anos
2	2 anos	6,7 anos	17,9 anos
3	2,6 anos	6,9 anos	13,9 anos
4	1,8 anos	6,6 anos	14,6 anos
5	2,7 anos	6,8 anos	16,6 anos
6	2,7 anos	6,9 anos	14,9 anos
7	2,8 anos	6,6 anos	13,8 anos
8	2,7 anos	6,9 anos	13,2 anos
Média	2,4 anos	6,7 anos	14,9 anos

No que diz respeito à idade das mães, a idade mínima da vaca aquando do parto foi de 1,9 anos na vacada 1 e a máxima foi de 17,9 anos na vacada 2. A idade média à parição foi de 6,7, tendo em conta a amostra total.

Tabela 5 - Relação entre a taxa de diarreia neonatal e a idade da mãe menor a 4 anos ou maior ou igual a 4 anos em vacas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Vacada	< 4 anos	≥ 4 anos	Valor de <i>p</i>
1	58	214	0,908
2	93	294	
3	32	401	
4	32	131	
5	30	320	
6	61	204	
7	76	265	
8	29	171	
Taxa de casos de diarreia	4,9%	5,2%	

A Tabela 5 demonstra os casos de diarreia neonatal presentes nas múltiplas vacadas distribuídos pela idade da mãe.

A taxa de casos de diarreia em mães com menos de 4 anos ou com mães com idade igual ou superior a 4 anos foi de 4,9% e 5,2%, respetivamente. Não se verificou uma associação estatística entre a idade das mães e os vitelos terem diarreia neonatal ($p>0,05$), não se tendo aceite a segunda hipótese do estudo.

Na Tabela abaixo é possível verificar as mães vacinadas ou não em cada vacada e a sua relação com a diarreia nos vitelos.

Tabela 6 - Relação entre as mães estarem ou não vacinadas com a vacina Bovilis Rotavec Corona e a presença de diarreia nos vitelos, num estudo em vacas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Vacada	Nº de mães vacinadas	Nº de mães não vacinadas	Valor de <i>p</i>
1	231	41	0,785
2	320	67	
3	0	433	
4	149	14	
5	0	350	
6	220	45	
7	0	341	
8	0	200	
Taxa de casos de diarreia	1,9%	3,2%	

As mães que não foram vacinadas (1491) apresentam uma taxa maior de casos de diarreia, 3,2% face às que foram (920) com 1,9%. Não existe resultado estatisticamente significativo da vacinação das mães e da presença de diarreia neonatal nos vitelos ($p>0,05$).

A Tabela 7 apresenta a distribuição do intervalo entre a vacinação e o parto em cada vacada.

Tabela 7 - Valores mínimos, médios e máximos dos intervalos de tempo entre vacinação das vacas pré-parto com a vacina Bovilis Rotavec Corona® e a data de parto, em 8 vacadas em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Vacada	Intervalo mínimo entre vacinação e parto	Intervalo médio entre vacinação e parto	Intervalo máximo entre vacinação e parto
1	0 semanas	8 semanas	21 semanas
2	0 semanas	6 semanas	21 semanas
3	Não vacinadas	Não vacinadas	Não vacinadas
4	1 semana	16 semanas	41 semanas
5	Não vacinadas	Não vacinadas	Não vacinadas
6	0 semanas	8 semanas	20 semanas
7	Não vacinadas	Não vacinadas	Não vacinadas
8	Não vacinadas	Não vacinadas	Não vacinadas
Média	0 semanas	10 semanas	26 semanas

A vacinação das mães não foi realizada em 4 das 8 vacadas existentes na exploração, porém algumas vacas foram vacinadas na semana do parto (0 semanas) e outras foram vacinadas pré-cobrição (41 semanas). A média foi de 10 semanas pré-parto.

Abaixo, podemos observar os resultados relativos ao período pré-parto em que as mães foram vacinadas e a ocorrência de diarreia nos seus vitelos.

Tabela 8 - Relação entre o período de vacinação pré-parto menor ou igual a 12 semanas ou maior de 12 semanas e a taxa de diarreia nos vitelos, em vacas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Vacada	Nº de mães vacinadas ≤ 12 semanas pré-parto	Nº de mães vacinadas > 12 semanas pré-parto	Valor de <i>p</i>
1	174	57	<0,001
2	272	48	
3	0	0	
4	77	72	
5	0	0	
6	175	45	
7	0	0	
8	0	0	
Taxa de casos de diarreia	3,2%	10,3%	

No que se refere ao intervalo de tempo entre vacinação das mães e o parto, foi possível constatar que no caso de estas serem vacinadas num período igual ou inferior a doze semanas existe uma taxa de casos de diarreia de 3,2%, porém se a vacinação ocorrer após as doze semanas o valor da taxa é superior, 10,3%. A vacada 2 foi a que teve um maior número de mães vacinadas (320). Existe resultado estatisticamente significativo da vacinação das mães após as doze semanas pré-parto e a presença de diarreia neonatal nos vitelos ($p<0,001$), aceitando-se a terceira hipótese do estudo.

Podemos observar na Tabela 9 a relação entre os casos de diarreia e a mortalidade dos vitelos.

Tabela 9 - Relação entre a presença de diarreia e a mortalidade dos vitelos em vacas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Vacada	Nº de vitelos com diarreia	Nº de mortes	Taxa de mortalidade de vitelos diarreicos	Valor de p
1	11	3	27,3%	<0,001
2	2	1	50%	
3	26	11	42,3%	
4	30	10	33,3%	
5	28	13	46,4%	
6	7	1	14,3%	
7	10	2	20%	
8	9	5	55,6%	
Total	123	46	37,4%	

O número total de vitelos que apresentaram diarreia foi de 123 casos, dos quais 30, que é o valor mais alto, foram na vacada 4 e 2 na vacada 2, correspondendo ao valor mais baixo. A maior taxa de mortalidade foi de 55,6% na vacada 8, em que 5 vitelos dos 9 que apresentavam diarreia morreram. Tendo em conta todos os casos, a taxa de mortalidade foi de 37,4%, em que se verificou associação estatística entre a morte dos vitelos e a ocorrência de diarreia nos vitelos ($p=0,001$).

Na Tabela 10 é referente ao grau de diarreia ligeira e a sua relação com a mortalidade dos vitelos nas 8 vacadas.

Tabela 10 - Relação entre a mortalidade e o grau de diarreia ligeira em vacas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Vacada	Nº de casos com grau de diarreia ligeira	Nº mortes	Valor de <i>p</i>
1	4	2	0,012
2	1	0	
3	14	3	
4	17	5	
5	11	5	
6	3	0	
7	2	1	
8	5	3	
Taxa de mortalidade	33,3%		

Os vitelos que apresentavam grau de diarreia ligeira constituem 46,3% dos casos de diarreia neonatal, com 57 dos 123 casos. A vacada onde existiram mais casos foi na 4 (17) e na com menos foi a 2 com apenas 1 caso. Duas das vacadas não apresentaram mortalidade associada à diarreia ligeira. Existe resultado estatisticamente significativo entre o facto de os vitelos apresentarem diarreia ligeira e terem uma mortalidade menor ($p=0,012$), tendo-se aceite a quarta hipótese do estudo.

Na Tabela abaixo, pode observar-se a distribuição das mortes dos vitelos com diarreia moderada a severa nas diferentes vacadas.

Tabela 11 - Relação entre a mortalidade e o grau de diarreia moderada a severa em vacas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Vacada	Nº de casos com grau de diarreia moderada a severa	Nº mortes	Valor de <i>p</i>
1	7	1	0,140
2	1	1	
3	12	8	
4	13	5	
5	17	8	
6	4	1	
7	8	1	
8	4	2	
Taxa de mortalidade	40,9%		

Relativamente aos casos de diarreia moderada a severa, estes representam 66 dos 123 vitelos com diarreia (53,7%). A vacada que apresentou mais casos foi a 5 (17) que também é uma das com maior número de mortes (8), por outro lado a vacada 1 detinha apenas 1 caso e morreu. A taxa de mortalidade associada foi de 40,9%. Constatou-se que não existe associação estatística entre o facto dos vitelos terem sintomatologia moderada a severa com a mortalidade dos mesmos ($p>0,05$).

A Tabela 12 apresenta o número de vitelos mortos com uma idade superior ou igual a 31 dias e a sua relação com o facto desses mesmos vitelos terem apresentado diarreia neonatal (idade igual ou inferior a 30 dias).

Tabela 12 - Relação entre ocorrência de diarreia neonatal e mortalidade dos vitelos a partir dos 31 dias de vida numa exploração de vacas de carne em Alcochete, Portugal entre 2023 e 2024

Vacada	Número de vitelos mortos com idade superior ou igual a 31 dias	Número de vitelos que tiveram diarreia com idade igual ou inferior a 30 dias	Valor de p
1	19	1	<0,001
2	34	0	
3	23	4	
4	24	6	
5	22	6	
6	18	0	
7	16	0	
8	11	2	
Taxa de casos de diarreia	11,4%		

Dos 167 animais mais velhos (mais ou igual a 31 dias) distribuídos pelas 8 vacadas, 19 destes tiveram diarreia neonatal, representando um total de 11,4% dos casos. Sendo que a vacada 2 foi a que apresentou um maior número de mortes (34) e um total de 0 casos de diarreia nesses vitelos quando eram mais novos. A proporção de animais mais velhos que morreram e que não apresentavam diarreia em neonatos é superior à que apresentavam diarreia em neonatos ($p<0,001$), o que revela que a quinta hipótese do estudo foi aceite.

IV. Discussão

Neste estudo, foi possível verificar que a ocorrência de diarreia neonatal teve uma prevalência abaixo do que é reportado em diversos estudos (REF), o que pode ser explicado pela dificuldade em detetar animais afetados por diarreia em sistema de extensivo, presumindo-se um sub-diagnóstico do problema neste estudo. A prevalência de diarreias neonatais foi superior nas estações do ano mais frias, como o Outono e o Inverno. Porém, na Índia, Bhat e colaboradores (2022) descrevem 24 vitelos com diarreia que correspondem a 80% dos casos que acontecem na Primavera, contrariamente aos três que tiveram lugar no Inverno. O mesmo acontece no Brasil, em que Santos e colaboradores (2024) descrevem um maior número de casos na Primavera. No que diz respeito à Costa de Marfim foi verificado por Monney e colaboradores (2020), que na época chuvosa, considerada por eles os meses compreendidos de maio a outubro a taxa de incidência de diarreia neonatal foi cerca de 70%. Estes estudos revelam prevalência pertencentes a regiões do globo com climas muito distintos de Portugal, e os dados do presente estudo apoiam decisões de gestão sanitária mais adequadas a Portugal, mas o que parece comum a todos estes estudos é o clima chuvoso ou húmido, o que se coaduna com a manutenção e multiplicação de agentes etiológicos de diarreia no ambiente, contribuindo para a sua transmissão entre animais. Também as temperaturas baixas e maior intensidade do vento, que contribuem para um aumento do stress dos vitelos podem estar na origem de mais doença. Os vitelos neonatos não regulam de forma eficiente a sua temperatura, e nos meses mais frios os abrigos proporcionados podem não ser suficientes, aumentando a probabilidade de desenvolver diarreia. A diminuição da disponibilidade de alimento das mães no Inverno diminui a produção de IgG, o que pode também contribuir para a explicação desta prevalência (Gulliksen *et al.*, 2008).

O início da época de partos nesta exploração é coincidente com o Outono, uma altura de maior stress para todo o efetivo, existe convivência entre vitelos neonatos com vitelos já com alguns meses, propiciando à infeção dos mais novos pelos microrganismos excretados pelos mais velhos que já têm um sistema imunitário mais desenvolvido e resistente (Larson & Tyler, 2005). Adicionalmente, a excreção de Rotavírus e Coronavírus pelas mães é maior no Inverno que no verão (Kodituwakku & Harbour, 1990).

No que respeito à idade das mães não foi observada uma diferença significativa entre primíparas e múltiparas. O facto da carga imunológica no colostro de vacas de terceira ou quarta

parição ser maior do que numa primípara pois a glândula mamária de primíparas apresenta-se menos desenvolvida, ou seja, há menos colostro em circulação. Vacas mais velhas já foram expostas a mais microrganismos e por esta razão têm uma variabilidade imunológica superior no colostro (Grodkowska *et al.*, 2023). No entanto, de acordo com McGee e Earley (2019), estes factos apenas se verificam em vacas de leite e desta forma, tratando-se neste estudo de vacas com aptidão cárnica, tais diferenças podem não ser observadas.

Segundo Duncan e colaboradores (2023), num estudo realizado com vacas de carne, 18 primíparas e 35 múltiparas e os seus vitelos, constatou-se que crias de primíparas têm de mobilizar mais energia nos primeiros três dias pós-nascimento para realizar as mesmas ações e isto deve-se à alimentação que obtiveram das mães na vida fetal, que se traduz em placentas menores e consequentemente, em vitelos com menos 10% do peso dos nascidos de vacas múltiparas. Para além disso, vitelos mais pequenos possuem menos massa corporal e por isso são mais suscetíveis a serem afetados pelos elementos climáticos como o frio. Vitelos nascidos de primíparas apresentam uma taxa de glucose circulante inferior, o que sugere atraso na toma do colostro que consequentemente pode levar à morte. Estes possuem uma taxa de mortalidade até ao desmame em quase o dobro das múltiparas.

A população deste estudo foi dividida entre mães com idade inferior a 4 anos e de 4 ou mais anos, pois a idade média ao parto nestes efetivos situa-se em redor dos 3 anos. Porém, há animais nesta exploração que parem entre os 2 e os 3 anos, o que implica que estes animais tenham sido incluído no grupo das “primíparas” entre os 3 e os 4 anos, quando já seriam múltiparas. Este tratamento dos dados poderá ter sido uma limitação na análise desta variável, assim como a grande disparidade na amostra em cada um dos grupos.

A taxa de diarreia presente nas crias de mães vacinadas foi menor comparativamente à taxa de diarreia das crias de mães não vacinadas, ainda que não significativamente, o que poderá ser devido à baixa amostragem.

Um estudo realizado por Pinheiro e colaboradores (2022) em vacas Nelore no Brasil demonstrou que a literatura é muito contraditória no que diz respeito à vacinação pré-parto das mães e à sua eficácia na prevenção da diarreia neonatal nos vitelos, porém esclarece que juntamente com outros fatores como boas condições de higiene e rapidez na toma do colostro, assim como uma boa qualidade do mesmo, a vacina pode ser eficaz, no entanto não quando esta é utilizada como única medida preventiva. Estes resultados estão de acordo com os obtidos no

presente estudo, tendo em conta que apenas foi considerado o facto das mães serem ou não vacinadas e não os restantes fatores.

Viidu e Mõtus (2022) realizaram um estudo com 15 grandes explorações com cerca de 711 vacas em cada, na Estónia e concluíram que utilizando de uma forma rigorosa a vacinação contra *E.coli*, Rotavírus e Coronavírus bovinos foi possível verificar uma diminuição de 95% na mortalidade associada à diarreia neonatal nos vitelos.

Dado que existe no mercado, vacinas apenas para alguns microrganismos, sendo os mais comuns *E.coli*, Rotavírus bovino, Coronavírus bovino e *Salmonella*, se a etiologia da diarreia não for de nenhum destes agentes, a vacina não vai ter o efeito pretendido.

Adicionalmente, ainda que a vacinação possa não diminuir a incidência de diarreia, Maier e colaboradores (2022) verificou no seu estudo um aumento do título de anticorpos de *E.coli*, BCoV e BRV presentes no colostro.

No que se refere ao intervalo entre a vacinação das mães e o parto, foi observado que se a administração da vacina for realizada até às doze semanas pré-parto, como está descrito no RCM, os vitelos têm menos incidência de diarreia.

Segundo os estudos realizados por vários autores como Viidu e Mõtus (2022) e Pinheiro e colaboradores (2022), quando a vacina é administrada na dose e período corretos, esta diminui a mortalidade associada à diarreia neonatal nos vitelos.

Yarnall e colaboradores (2024) descrevem os resultados obtidos após analisar cinco estudos sobre eficácia da vacina pré-parto como prevenção da diarreia neonatal nos vitelos que envolvem três países europeus, Alemanha, França e República Checa. Estes são consistentes com os do presente estudo, em que refere que se a vacina for administrada até às doze semanas pré-parto, a taxa de incidência de diarreia é menor. Além disso, a excreção do vírus independentemente da gravidade dos sinais clínicos foi menor, resultando numa menor contaminação do ambiente e, portanto, menor risco de reinfeções, dando ênfase à importância de boas práticas de manejo juntamente com a administração da vacina.

Este estudo demonstrou que existe uma relação entre a mortalidade e a presença de diarreia neonatal nos vitelos. Estes resultados podem ser corroborados com muitos estudos que indicam que a síndrome da Diarreia Neonatal é a principal causa de morte no primeiro mês de vida, provocando cerca de 50% de mortes a vitelos que possuam esta síndrome. Cerca de 56% das mortes de vitelos até ao desmame em todo o mundo estão atribuídas à diarreia neonatal.

Na Etiópia foi realizado um estudo por Abebe e colaboradores (2023) com 274 vitelos provenientes de 70 explorações distintas que demonstrou que a diarreia apresentou um valor de 71,3% de morbilidade e 62,1% de mortalidade.

Estes valores afirmam a importância crescente de informar os produtores das necessidades destes animais, principalmente numa altura mais vulnerável nas suas vidas como é a etapa do neonato, de forma a combater os efeitos negativos que acarretam perdas económicas tão significativas.

No que diz respeito à relação entre a mortalidade e a diarreia ligeira, esta mostrou ter resultado estatisticamente significativo entre os vitelos terem diarreia ligeira e apresentarem uma mortalidade menor. A colonização da microbiota intestinal é um processo de extrema importância na vida do neonato pois vai impedir o crescimento de bactérias nocivas promovendo a sua saúde e a imunidade, e está ligado à taxa de incidência de diarreia neonatal (Buford, 2017; Chong *et al.*, 2020). A microbiota combinada com um maneio adequado do colostro vai conferir ao vitelo uma imunidade mais eficiente, capaz de combater um maior número de microrganismos. Vitelos mais fortes vão apresentar sinais clínicos com menor gravidade como desidratação ligeira e fezes mais pastosas e, portanto, menor risco de acidose e consequente morte.

Probo e Veronice (2022) analisaram vários sistemas de score clínicos para vitelos neonatos, incluindo um para a diarreia neonatal cujo objetivo foi analisar os sinais clínicos presentes no animal de forma a prever o agravamento dos mesmos com base não só em análises clínicas, mas também na observação da consistência das fezes e atribuir-lhes um score, quanto mais baixo, menor a gravidade dos sinais clínicos. Estes autores referem que animais com um score menor obtêm melhores resultados e menor necessidade de tratamento.

Dentro do mesmo tópico, mas para a relação entre a mortalidade e a diarreia moderada a severa, não foi demonstrada uma associação estatística, porém esta apresenta uma mortalidade superior à diarreia ligeira. A razão pela qual os vitelos não apresentam uma mortalidade superior pode ser explicada pela atenção prestada por parte dos responsáveis pela monitorização das vacadas, e pela sua rápida intervenção quando perante o animal débil, o que não é sempre evidente, pois trata-se de vacadas em regime extensivo que têm menos contacto humano comparadas com as vacas com aptidão leiteira (EFSA, 2025).

Num estudo retrospectivo realizado por Trefz e colaboradores (2017) com 1400 vitelos até aos 21 dias na Alemanha foram utilizadas as suas fichas médicas e foram categorizados com base em 4 parâmetros, postura, comportamento, reflexo de sucção e condição corporal. Este artigo mostrou que vitelos que apresentem sinais clínicos mais graves, como acidose, desidratação severa e hipoglicémia são mais propensos a morrer. Conclusões semelhantes foram descritas por Ekinci e colaboradores (2024), que refere que dos 89 vitelos integrantes no estudo, 42,7% morreram e muitos deles apresentavam acidose metabólica, hipotermia, desidratação, aumentos significativos na hemoglobina e hematócrito e um desequilíbrio eletrolítico severo.

Neste estudo foi também analisada a ocorrência de diarreia em neonato com a mortalidade e foi verificado que dentro dos animais que morreram com idade igual ou superior a 31 dias, a proporção de vitelos que apresentou diarreia em neonato é inferior à que não apresentou.

Em 2020 Shaw e os seus colaboradores realizaram um estudo que integrou 27 vitelos de carne monitorizados desde o nascimento até aos 6 meses de vida onde foi possível verificar que animais infetados com diarreia neonatal, neste caso com criptoesporidiose apresentaram uma alta permeabilidade intestinal e baixa capacidade de absorção resultando em menor ganho médio diário e eficácia produtiva, o que consequentemente vai gerar maiores gastos económicos. Probo e Veronice (2022) referem que a diarreia neonatal tem efeitos na rentabilidade do rebanho, pois mesmo animais que sobrevivem apresentam alguns efeitos a longo prazo, como diminuição do ganho médio diário e aumento na suscetibilidade de contraírem outras doenças, principalmente respiratórias.

Estes trabalhos estão de acordo com o demonstrado pelo presente estudo pois apesar dos vitelos que tiveram diarreia neonatal ficarem com sequelas e se tornarem adultos imunologicamente mais fracos e com menor peso de carcaça, não descrevem de uma forma direta uma taxa de mortalidade superior quando comparados aos que não foram afetados por diarreia enquanto neonatos.

As limitações deste estudo incluíram a falta de realização de testes para poder identificar o agente responsável, ou até mesmo se é o mesmo nas diferentes vacadas e direcionar o tratamento clínico conforme o agente identificado. Outra das limitações é a falta de um protocolo sistemático para avaliar a gravidade da diarreia que seja seguido por todos os membros responsáveis pelas vacadas, o que pode subestimar o número de casos existentes,

especialmente nos casos de diarreia ligeira. A existência desse protocolo poderia também facilitar o seu tratamento.

O facto de serem vacas de carne em regime extensivo e terem pouco contacto com o Humano, torna alguns procedimentos mais desafiantes, desta forma não foi verificado a quantidade e a qualidade do colostro ingerido pelos vitelos e não foi possível avaliar se estes parâmetros contribuíram de forma negativa ou positiva para a presença de diarreia nos mesmos. Sendo que o território abrangido pela exploração é vasto, torna mais difícil a monitorização dos vitelos e o início do tratamento.

Dado que se trata de uma síndrome que apesar de muito estudada é bastante complexa devido à sua natureza multifatorial. Pelo facto de estar muito presente em quase todas as explorações em todo o Mundo independentemente de ser de aptidão leiteira ou cárnica e aos muitos fatores de risco que apresentam, é de difícil monitorização, principalmente em efetivos com grandes números. Desta forma é necessário garantir o bem-estar animal apostando mais em medidas preventivas que no tratamento, aumentando não só a sustentabilidade das explorações como também diminuindo as perdas económicas associadas a esta síndrome.

V. Conclusão

O presente estudo permitiu concluir que a diarreia neonatal constitui um problema sanitário relevante em vitelos de carne em regime extensivo, apresentando uma prevalência de 5,1% na exploração analisada, um valor que muito provavelmente revela sub-diagnóstico do problema.

A sazonalidade afeta significativamente a ocorrência de diarreia neonatal nestes efetivos estudados, demonstrando uma maior prevalência no Inverno, evidenciando a influência das condições ambientais na suscetibilidade dos vitelos a esta síndrome.

O estudo demonstrou que o cumprimento do protocolo vacinal contra as diarreias neonatais é crucial para diminuir a ocorrência de diarreias neonatais, devendo as vacas ser vacinadas num período não inferior a 12 semanas pré-parto.

A ausência de testes laboratoriais ou de campo para o diagnóstico etiológico neste estudo limitou a análise mais aprofundada das variáveis estudadas. Mais estudos deverão ser realizados para investigar quais as medidas de controlo e prevenção têm maior impacto na redução de diarreias neonatais nestes sistemas de produção.

Em conclusão, os resultados do presente estudo reforçam que a diarreia neonatal continua a ser um desafio em sistemas de produção de bovinos em extensivo e que o manejo profilático correto dos animais é um ponto fulcral para a prevenção desta síndrome.

VI. Referências Bibliográficas

Abebe, R., Dema, T., Libiyos, Y., Teherku, W., Regassa, A., Fekadu, A., & Sheferaw, D. (2023). *Longitudinal study of calf morbidity and mortality and the associated risk factors on urban and peri-urban dairy farms in southern Ethiopia*. *BMC Veterinary Research*, 19, 15. <https://doi.org/10.1186/s12917-023-03574-8>

Abeysekara, S., Zello, G. A., Lohmann, K. L., Alcorn, J., Hamilton, D. L., & Naylor, J. M. (2012). Infusion of sodium bicarbonate in experimentally induced metabolic acidosis does not provoke cerebrospinal fluid (CSF) acidosis in calves. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 76, 16–22.

Acres, S. D., Saunders, J. R., & Radostits, O. M. (1977). Acute undifferentiated neonatal diarrhea of beef calves: The prevalence of enterotoxigenic *Escherichia coli*, reo-like (rota) virus and other enteropathogens in cow-calf herds. *Canadian Veterinary Journal*, 18(3), 113–119.

Akilesh, S., Nicosia, R. F., Alpers, C. E., Carney, D. H., & Smith, P. D. (2021). Characterizing viral infection by electron microscopy. *American Journal of Pathology*, 191, 222–227. <https://doi.org/10.1016/j.ajpath.2020.11.003>

Aktaş, M. S. (2023). *A study on the relationship between clinical course and serum IL-6 level in neonatal calves with diarrhoea*. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 12(4), 123–128. <https://doi.org/10.46810/tdfd.1343189>

Ali, A., Ijaz, M., Khan, Y. R., Saeed, M., & Hussain, I. (2021). Role of nanotechnology in animal production and veterinary medicine. *Tropical Animal Health and Production*, 53, 508. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02951-5>

Altuğ, N., Yüksek, N., Özkan, C., Öztürk, E., & Gül, S. (2013). Rapid etiological diagnosis of neonatal calf diarrhoea with immunochromatographic test kits. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Yüzüncü Yıl University*, 24, 123–128. <https://doi.org/10.21608/avmj.2022.118605.1049>

Altwater-Hughes, T. E., Hodgins, D. C., Wagter-Lesperance, L., Beard, S. C., Cartwright, S. L., & Mallard, B. A. (2022). Concentration and heritability of immunoglobulin G and natural antibody immunoglobulin M in dairy and beef colostrum along with serum total

protein in their calves. *Journal of Animal Science*, 100(9), skac247. <https://doi.org/10.1093/jas/skac006>

AMCRA. (2021). *Formularium: Guidance on antimicrobial use in animals*. Retrieved April 30, 2021, from <https://formularium.amcra.be/i/15>

Arya, M., Shergill, I. S., Williamson, M., Gommersall, L., Arya, N., & Patel, H. R. H. (2005). Basic principles of real-time quantitative PCR. *Expert Review of Molecular Diagnostics*, 5(2), 209–219. <https://doi.org/10.1586/14737159.5.2.209>

Aspinall, V., & Cappello, M. (2015). The cow (Chapter 17, pp. 211–244). In *Introduction to veterinary anatomy and physiology textbook* (3rd ed.). Elsevier.

Ata, E. B., Nasr, S. M., Mohamed, A. M., El-Bahy, N. M., & El-Sayed, S. M. (2020). Bacteriological, hematological and biochemical diagnostic studies on diarrheic Arabian horse foals caused by enterobacterial infections. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 8(4), 412–421. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2020/8.4.412.421>

Baker, S. D., Szasz, J. I., Klein, T. A., Kuber, P. S., Hunt, C. W., Glaze, J. B., Falk, D., Richard, R., Miller, J. C., Battaglia, R. A., & et al. (2006). Residual feed intake of purebred Angus steers: Effects on meat quality and palatability. *Journal of Animal Science*, 84(4), 938–945. <https://doi.org/10.2527/2006.844938x>

Ball, J. M., Mitchell, D. M., Gibbons, T. F., & Parr, R. D. (2005). Rotavirus NSP4: A multifunctional viral enterotoxin. *Viral Immunology*, 18(1), 27–40. <https://doi.org/10.1089/vim.2005.18.27>

Barnett, S. C., Sisco, W. M., Moore, D. A., & Reynolds, J. P. (2003). Evaluation of flunixin meglumine as an adjunct treatment for diarrhea in dairy calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 223(9), 1329–1333. <https://doi.org/10.2460/javma.2003.223.1329>

Barrington, G. M., McFadden, T. B., Huyler, M. T., & Besser, T. E. (2001). Regulation of colostrogenesis in cattle. *Livestock Production Science*, 70(1), 95–104. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00167-1](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00167-1)

Baumrucker, C. R., Burkett, A. M., Magliaro-Macrina, A. L., & Dechow, C. D. (2010). Colostrogenesis: Mass transfer of immunoglobulin G1 into colostrum. *Journal of Dairy Science*, 93(7), 3031–3038. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2963>

Berber, E., Şimşek, E., Çanakoğlu, N., Karagenc, T., Özeyer, S., & Ünlü, E. (2021). Newly identified *Cryptosporidium parvum* virus-1 from newborn calf diarrhoea in Turkey. *Transboundary and Emerging Diseases*, 68, 2571–2580. <https://doi.org/10.1111/tbed.13929>

Berchtold, J. (2009). Treatment of calf diarrhea: Intravenous fluid therapy. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 5(1), 73–99. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.10.001>

Berchtold, J. F., & Constable, P. D. (2009). Antibiotic treatment of diarrhea in preweaned calves. *Food Animal Practice*, 520–525. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.10.003>

Berchtold, J. F., Constable, P. D., Smith, G. W., Mathur, S. M., Morin, D. E., & Tranquilli, W. J. (2005). Effects of intravenous hyperosmotic sodium bicarbonate on arterial and cerebrospinal fluid acid-base status and cardiovascular function in calves with experimentally induced respiratory and strong ion acidosis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 19, 240–251. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2005.tb02688.x>

Berge, A. C. B., Moore, D. A., & Sischo, W. M. (2006). Field trial evaluating the influence of prophylactic and therapeutic antimicrobial administration on antimicrobial resistance of fecal *Escherichia coli* in dairy calves. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(6), 3872–3878. <https://doi.org/10.1128/AEM.02239-05>

Berge, A. C. B., Moore, D. A., Besser, T. E., & Sischo, W. M. (2009). Targeting therapy to minimize antimicrobial use in preweaned calves: Effects on health, growth, and treatment costs. *Journal of Dairy Science*, 92(10), 4707–4714. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2199>

Bhat, I. A., Ain, Q. U., Bashir, S., Nazir, T., Sheikh, G. N., Khan, A. A., & Dar, A. A. (2022). *Epidemiological pattern of neonatal calf diarrhea and a randomized on-field trial to evaluate effectiveness of zinc*. *Journal of Animal Research*, 12(3), 447-456. <https://doi.org/10.30954/2277-940X.03.2022.19> ndpublisher.in

Bica, G. S., Pinheiro Machado Filho, L. C., Teixeira, D. L., De Sousa, K. T., & Hötzel, M. J. (2020). Time of grain supplementation and social dominance modify feeding behavior of heifers in rotational grazing systems. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 61. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00061>

Bielmann, V., Gillan, J., Perkins, N. R., Skidmore, A. L., Godden, S., & Leslie, K. E. (2010). An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality

in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 93(8), 3713–3721. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2943>

Blum, J. W., Hammon, H. M., Ontsouka, E., Georgieva, T. M., & Georgiev, I. P. (2002). Role of colostrum and milk components in the development of the intestine structure and function in calves. In R. Zabielski, S. G. Pierzynowski, & B. Weström (Eds.), *Biology of the intestine in growing animals* (Developments in Animal and Veterinary Sciences, pp. 27–43). Amsterdam, Netherlands: Elsevier.

Bodulev, O. L., & Sakharov, I. Y. (2020). Isothermal nucleic acid amplification techniques and their use in bioanalysis. *Biochemistry (Moscow)*, 85, 147–166. <https://doi.org/10.1134/S0006297920020030>

British Veterinary Association (BVA). (2021). *BVA position on the responsible use of antimicrobials in food producing animals*. Retrieved April 30, 2021, from <https://www.bva.co.uk/media/1161/bva-policy-position-on-the-responsible-use-of-antimicrobials-in-food-producing-animals-1.pdf>

Brunauer, M., Roch, F. F., & Conrady, B. (2021). Prevalence of worldwide neonatal calf diarrhoea caused by bovine rotavirus in combination with bovine coronavirus, *Escherichia coli* K99 and *Cryptosporidium* spp.: A meta-analysis. *Animals*, 11(4), 1014. <https://doi.org/10.3390/ani11041014>

Buford, T. W. (2017). (Dis)Trust your gut: The gut microbiome in age-related inflammation, health, and disease. *Microbiome*, 5(1), 80. <https://doi.org/10.1186/s40168-017-0296-0>

Cabezas-Garcia, E. H., Lowe, D., & Lively, F. (2021). Energy requirements of beef cattle: Current energy systems and factors influencing energy requirements for maintenance. *Animals*, 11(6), 1642. <https://doi.org/10.3390/ani11061642>

Capper, J. L. (2011). The environmental impact of beef production in the United States: 1977 compared with 2007. *Journal of Animal Science*, 89(12), 4249–4261. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3784>

Castro-Hermida, J. A., González-Losada, Y. A., Mezo-Menéndez, M., & Ares-Mazás, E. (2002). A study of cryptosporidiosis in a cohort of neonatal calves. *Veterinary Parasitology*, 106(1), 11–17. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(02\)00038-9](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(02)00038-9)

Catroxo, M. H. B., Miranda, L. B., Lavorenti, A., Da Silva, L. D., & Sousa, M. R. (2010). Detection of coronavirus in capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) by transmission electron microscopy in Sao Paulo, Brazil. *International Journal of Morphology*, 28, 549–555. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022010000200035>

Chang, L., Li, Y., Cai, Y., & Li, C. (2023). Establishment of multiplex PCR for detection of calf diarrhea associated virus and analysis of its clinical infection status. *Pakistan Journal of Zoology*, 55, 2501–3000. <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/20220701010749>

Chen, J., Li, D., Xu, Y., Zhang, X., Wang, H., Liu, Y., & Zhao, Y. (2023). Establishment and application of multiplex droplet digital polymerase chain reaction assay for bovine enterovirus, bovine coronavirus, and bovine rotavirus. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1157900. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1157900>

Cho, Y.-I., & Yoon, K.-J. (2014). An overview of calf diarrhea—Infectious etiology, diagnosis, and intervention. *Journal of Veterinary Science*, 15(1), 1–17. <https://doi.org/10.4142/jvs.2014.15.1.1>

Chong, C. Y. L., Vatanen, T., Oliver, M., Bloomfield, F. H., & O’Sullivan, J. M. (2020). The microbial biogeography of the gastrointestinal tract of preterm and term lambs. *Scientific Reports*, 10, 9113. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66056-z>

Church, D. C., & Pond, W. G. (1988). *Basic animal nutrition and feeding* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

Committee on a Framework for Assessing the Health, Environmental, and Social Effects of the Food System; Food and Nutrition Board; Board on Agriculture and Natural Resources; Institute of Medicine; National Research Council. (2015). *A framework for assessing effects of the food system* (M. C. Nesheim, M. Oria, & P. T. Yih, Eds.). National Academies Press (US). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK305179/>

Constable, P. D. (1999). Hypertonic saline. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 15, 559–585. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30164-X](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30164-X)

Constable, P. D. (2003). Fluid and electrolyte therapy in ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 19(3), 557–597. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(03\)00054-9](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(03)00054-9)

Constable, P. D. (2004). Antimicrobial use in the treatment of calf diarrhea. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 18(1), 8–17. [https://doi.org/10.1892/0891-6640\(2004\)18<8:auitto>2.0.co;2](https://doi.org/10.1892/0891-6640(2004)18<8:auitto>2.0.co;2)

Constable, P. D. (2009). Treatment of calf diarrhea: Antimicrobial and ancillary treatments. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 25(1), 101–120. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.10.012>

Constable, P. D., Gohar, H. M., Morin, D. E., Thurmon, J. C., & Foreman, J. H. (1996). Use of hypertonic saline-dextran solution to resuscitate hypovolemic calves with diarrhea. *American Journal of Veterinary Research*, 57(1), 97–104

Constable, P. D., Grünberg, W., & Carstensen, L. (2009). Comparative effects of two oral rehydration solutions on milk clotting, abomasal luminal pH, and abomasal emptying rate in suckling calves. *Journal of Dairy Science*, 92(1), 296–312. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1462>

Constable, P. D., Hinchcliff, K. W., Done, S. H., & Grünberg, W. (2017). Principles of fluid and electrolyte therapy. In *Veterinary Medicine: A Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs and Goats* (11th ed., pp. 113–152). St. Louis, MO: Elsevier Health Sciences.

Constable, P. D., Muir III, W. W., & Binkley, P. F. (1994). Hypertonic saline is a negative inotropic agent in normovolumic dogs. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 267, H667–H677. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.1994.267.2.H667>

Constable, P. D., Muir III, W. W., & Binkley, P. F. (1995). Effect of hypertonic saline solution on left ventricular afterload in normovolumic dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 56, 1513–1521.

Constable, P. D., Pyörälä, S., & Smith, G. W. (2008). Guidelines for antimicrobial use in cattle. In L. Guardabassi, L. B. Jensen, & H. Kruse (Eds.), *Guide to antimicrobial use in animals* (pp. 143–160). Blackwell Publishing.

Constable, P. D., Stämpfli, H. R., Navetat, H., Berchtold, J., & Schelcher, F. (2005). Use of a quantitative strong ion approach to determine the mechanism for acid–base abnormalities in sick calves with or without diarrhea. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 19, 581–589. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2005.tb02731.x>

Constable, P. D., Trefz, F. M., Sen, I., Berchtold, J., Nouri, M., Smith, G., & Grünberg, W. (2021). Intravenous and oral fluid therapy in neonatal calves with diarrhea or sepsis and in adult cattle. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 603358. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.603358>

Constable, P. D., Walker, P. G., Morin, D. E., & Foreman, J. H. (1998). Clinical and laboratory assessment of hydration status of neonatal calves with diarrhea. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 212(7), 991–996.

Constable, P. D., Walker, P. G., Morin, D. E., Foreman, J. H., & Thurmon, J. C. (1998). Use of peripheral temperature and core-peripheral temperature difference to predict cardiac output in dehydrated calves housed in a thermoneutral environment. *American Journal of Veterinary Research*, 59(7), 874–880.

Cornaglia, E. M., Fernández, F. M., Gottschalk, M., Barrandeguy, M. E., Luchelli, A., Pasini, M. I., Saif, L. J., Parraud, J. R., Romat, A., & Schudel, A. A. (1992). Reduction in morbidity due to diarrhea in nursing beef calves by use of an inactivated oil-adjuvanted rotavirus—*Escherichia coli* vaccine in the dam. *Veterinary Microbiology*, 30(2–3), 191–202. [https://doi.org/10.1016/0378-1135\(92\)90113-8](https://doi.org/10.1016/0378-1135(92)90113-8)

Cortese, V. S. (2009). Neonatal immunology. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 25(1), 221–227. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.10.003>

Coskun, A., Sen, I., Guzelbektes, H., Ok, M., Turgut, K., & Canikli, S. (2010). Comparison of the effects of intravenous administration of isotonic and hypertonic sodium bicarbonate solutions on venous acid-base status in dehydrated calves with strong ion acidosis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 236, 1098–1103. <https://doi.org/10.2460/javma.236.10.1098>

Cottle, D. J., Nolan, J. V., & Wiedemann, S. G. (2011). Ruminant enteric methane mitigation: A review. *Animal Production Science*, 51(5), 491–514. <https://doi.org/10.1071/AN10163>.

Dall Agnol, A. M., Lorenzetti, E., Leme, R. A., Ladeia, W. A., Mainardi, R. M., Bernardi, A., et al. (2021). Severe outbreak of bovine neonatal diarrhea in a dairy calf rearing unit with multifactorial etiology. *Brazilian Journal of Microbiology*, 52, 2547–2553. <https://doi.org/10.1007/s42770-021-00565-5>

Dempsey, E., & Corr, S. C. (2022). *Lactobacillus spp. for gastrointestinal health: Current and future perspectives*. *Frontiers in Immunology*, 13, 840245. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.840245>

Dill-McFarland, K. A., Breaker, J. D., & Suen, G. (2017). Microbial succession in the gastrointestinal tract of dairy cows from 2 weeks to first lactation. *Scientific Reports*, 7, 40864. <https://doi.org/10.1038/srep40864>

Direção Geral de Alimentação e Veterinária. (2018, novembro). *Resumo das características do medicamento veterinário: Dofatrimject solução injetável* (Revisão de novembro 2018). https://medvet.dgav.pt/medvet_dgav/static/RCM/Dofatrimject.pdf

Donatin, E., & Drancourt, M. (2012). DNA microarrays for the diagnosis of infectious diseases. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 42(7), 453–459. <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2012.07.017>

Doré, V., Foster, D. M., Ru, H., & Smith, G. W. (2019). Comparison of oral, intravenous, and subcutaneous fluid therapy for resuscitation of calves with diarrhea. *Journal of Dairy Science*, 102(12), 11337–11348. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16970>

Dryden, M. W., Payne, P. A., Ridley, R., & Smith, V. (2005). Comparison of common fecal flotation techniques for the recovery of parasite eggs and oocysts. *Veterinary Therapeutics*, 6(1), 15–28

Du, W., Wang, X., Hu, M., Hou, J., Du, Y., Si, W., Yang, L., Xu, L., & Xu, Q. (2023). *Modulating gastrointestinal microbiota to alleviate diarrhea in calves*. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1181545. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1181545>

Dyce, K. M., Sack, W. O., & Wensing, C. J. G. (2010). The abdomen of the ruminant (Chapter 28, pp. 677–697). In *Textbook of veterinary anatomy* (4th ed.). Saunders.

Earley, B., Tiernan, K., Duffy, C., Dunn, A., Waters, S., Morrison, S., & McGee, M. (2018). Effect of suckler cow vaccination against glycoprotein E (gE)-negative bovine herpesvirus type 1 (BoHV-1) on passive immunity and physiological response to subsequent bovine respiratory disease vaccination of their progeny. *Research in Veterinary Science*, 118, 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.01.005>

Ekinci, G. G., Tüfekçi, E., Onmaz, A. C., Keles, I., & Yildiz, H. (2022). Investigation of the prevalence of major enteropathogens in neonatal diarrheic calves brought to Erciyes

University Animal Hospital between 2019–2021. *Journal of Faculty of Veterinary Medicine, Erciyes University*, 19, 113–122. <https://doi.org/10.32707/ercivet.1142579>

Eibl, C., Bexiga, R., Viora, L., Guyot, H., Félix, J., Wilms, J., Tichy, A., & Hund, A. (2021). The antibiotic treatment of calf diarrhea in four European countries: A survey. *Antibiotics*, 10(8), 910. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10080910>

Ekinçi, G., Tüfekçi, E., Cissé, Y., Karaca Bekdik, İ., Onmaz, A. Ç., Aslan, Ö., Güneş, V., Çitil, M., & Keleş, İ. (2024). Chloride and lactate as prognostic indicators of calf diarrhea from eighty-nine cases. *Journal of Veterinary Science*, 25(3), e38. <https://doi.org/10.4142/jvs.23155>

Eldesoukey, I. E., Elmonir, W., Alouffi, A., Beleta, E. I. M., Kelany, M. A., Elnahriry, S. S., Alghonaim, M. I., alZeyadi, Z. A., & Elaadli, H. (2022). Multidrug-resistant enteropathogenic *Escherichia coli* isolated from diarrhoeic calves, milk, and workers in dairy farms: A potential public health risk. *Antibiotics*, 11(8), 999. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11080999>

Enríquez, D., Hötzel, M. J., & Ungerfeld, R. (2011). Minimising the stress of weaning of beef calves: A review. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 53, 28. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-53-28>

Espy, M. J., Uhl, J. R., Sloan, L. M., Buckwalter, S. P., Jones, M. F., Vetter, E. A., Yao, J. D. C., Wengenack, N. L., Rosenblatt, J. E., Cockerill, F. R., & Smith, T. F. (2006). Real-time PCR in clinical microbiology: Applications for routine laboratory testing. *Clinical Microbiology Reviews*, 19(1), 165–256. <https://doi.org/10.1128/CMR.19.1.165-256.2006>

European Food Safety Authority (EFSA). (2025). *Scientific Opinion on the welfare of beef cattle*. *EFSA Journal*, 23(7), 9518. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2025.9518>

European Medicines Agency (EMA). (2009). *Metacam: EPAR—Product information*. Last updated 2022. https://www.ema.europa.eu/en/documents/product-information/metacam-epar-product-information_en.pdf

European Medicines Agency (EMA). (2025). https://www.ema.europa.eu/pt/documents/report/infographic-categorisation-antibiotics-use-animals-prudent-responsible-use_pt.pdf

Fischer, A. J., Song, Y., He, Z., Haines, D. M., Guan, L. L., & Steele, M. A. (2018). Effect of delaying colostrum feeding on passive transfer and intestinal bacterial colonization in neonatal male Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 101(4), 3099–3109. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13397>

Food and Drug Administration, Center for Veterinary Medicine. (2018). *Supporting antimicrobial stewardship in veterinary settings: Goals for fiscal years 2019–2023*. <https://www.fda.gov/media/115776/download>

Fossler, C. P., Wells, S. J., Kaneene, J. B., Ruegg, P. L., Warnick, L. D., Bender, J. B., Eberly, L. E., Godden, S. M., & Halbert, L. W. (2005). Herd-level factors associated with isolation of *Salmonella* in a multi-state study of conventional and organic dairy farms II. *Salmonella* shedding in calves. *Preventive Veterinary Medicine*, 70(3–4), 279–291. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2005.04.003>

Foster, D., & Smith, G. W. (2009). Pathophysiology of diarrhea in calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 25(1), 13–36. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.10.013>

Fujita, A. W., Werner, K., Jacob, J. T., Tschopp, R., Mamo, G., Mihret, A., et al. (2022). Antimicrobial resistance through the lens of One Health in Ethiopia: A review of the literature among humans, animals, and the environment. *International Journal of Infectious Diseases*, 119, 120–129. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2022.03.041>

Furman-Fratczak, K., Rzasa, A., & Stefaniak, T. (2011). The influence of colostral immunoglobulin concentration in heifer calves' serum on their health and growth. *Journal of Dairy Science*, 94(11), 5536–5543. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3253>

Ganaba, R., Bigras-Poulin, M., Bélanger, D., & Couture, Y. (1995). Description of cow-calf productivity in Northwestern Quebec and path models for calf mortality and growth. *Preventive Veterinary Medicine*, 24(1), 31–42. [https://doi.org/10.1016/0167-5877\(95\)00466-A](https://doi.org/10.1016/0167-5877(95)00466-A)

Gareis, A. (2003). *Die Bedeutung von Glukosezusatz zur Infusionslösung bei Kälbern mit Neugeborenendiarrhoe* [Significance of glucose additions to infusions in calves with neonatal diarrhea] (Doctoral thesis, University of Munich, Munich, Germany).

Gerber, P. J. (2013). *Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities* (Vol. 115). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Ghazy, A. A., Abdel-Shafy, S., & Shaapan, R. M. (2015). Cryptosporidiosis in animals and man: 2. Diagnosis. *Asian Journal of Epidemiology*, 8(3), 84–103. <https://doi.org/10.3923/aje.2015.84.103>

Giannella, R. A. (1996). Pathogenesis of acute infectious diarrhea. In S. Baron (Ed.), *Medical Microbiology* (4th ed.). University of Texas Medical Branch at Galveston.

Gibson, C. A., Staley, M. D., & Baumrucker, C. R. (1999). Identification of IGF binding proteins in bovine milk and the demonstration of IGFBP-3 synthesis and release by bovine mammary epithelial cells. *Journal of Animal Science*, 77(6), 1547–1557. <https://doi.org/10.2527/1999.7761547x>

Godden, S. M., Smolenski, D. J., Donahue, M., Oakes, J. M., Bey, R., Wells, S., Sreevatsan, S., Stabel, J., & Fetrow, J. (2012). Heat-treated colostrum and reduced morbidity in preweaned dairy calves: Results of a randomized trial and examination of mechanisms of effectiveness. *Journal of Dairy Science*, 95(7), 4029–4040. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5275>

Golaviya, A., Mathakiya, R., Jakhesara, S., & Koringa, P. (2024). Determining genetic diversity of prevalent G and P genotype of bovine rotavirus A from neonatal calves of Gujarat, India. *Journal of Veterinary Science*, 25, e55. <https://doi.org/10.4142/jvs.24124>

Golbeck, L., Cohrs, I., Leonhard-Marek, S., & Grünberg, W. (2018). Effect of dehydration and acidemia on the potassium content of muscle tissue and erythrocytes in calves with neonatal diarrhea. *Journal of Dairy Science*, 101, 9339–9349. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14790>

Gómez, D. E., & Weese, J. S. (2017). Viral enteritis in calves. *The Canadian Veterinary Journal*, 58(12), 1267–1274.

Gomez, D. E., Arroyo, L. G., Poljak, Z., Viel, L., & Weese, J. S. (2017). Implementation of an algorithm for selection of antimicrobial therapy for diarrhoeic calves: Impact on antimicrobial treatment rates, health and faecal microbiota. *The Veterinary Journal*, 226, 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2017.06.009>

Goodell, G. M., Campbell, J., Hoejvang-Nielsen, L., Stansen, W., & Constable, P. D. (2012). An alkalinizing oral rehydration solution containing lecithin-coated citrus fiber is superior to a nonalkalinizing solution in treating 360 calves with naturally acquired diarrhea. *Journal of Dairy Science*, 95(11), 6677–6686. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5605>

Greenwood, P. L., & Cafe, L. M. (2007). Prenatal and pre-weaning growth and nutrition of cattle: Long-term consequences for beef production. *Animal*, 1(9), 1283–1296. <https://doi.org/10.1017/S175173110700050X>

Grodowska, K., Gołębiewski, M., Slósarz, J., Grodkowski, G., Kostusiak, P., Sakowski, T., Klopčič, M., & Puppel, K. (2023). *The effect of parity on the quality of colostrum of Holstein dairy cows in the organic production system*. *Animals*, 13(3), 540. <https://doi.org/10.3390/ani13030540>

Guilloteau, P., Le Huerou-Luron, I., Toullec, R., Chayvialle, J. A., Zabielski, R., & Blum, J. W. (1997). Gastrointestinal regulatory peptides and growth factors in young cattle and sheep. *Journal of Veterinary Medicine A*, 44(1), 1–23.

Gull, T. (2022). Bacterial causes of intestinal disease in dairy calves: Acceptable control measures. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 38(1), 107–119. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2021.11.008>

Gulliksen, S. M., Lie, K. I., Sølvørød, L., & Østerås, O. (2008). Risk factors associated with colostrum quality in Norwegian dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91(2), 704–712. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0450>

Gunn, A., Izzo, M., & House, J. (2014). Manifestations and management of disease in neonatal ruminants: Diarrhea. In B. P. Smith (Ed.), *Large animal internal medicine* (5th ed., pp. 351–378). St. Louis, MO: Elsevier Mosby.

Gunn, A., Izzo, M., & House, J. (2020). Manifestations and management of disease in neonatal ruminants: Diarrhea. In B. Smith, D. Van Metre, & N. Pusterla (Eds.), *Large animal internal medicine* (6th ed., pp. 351–378). Elsevier Health Sciences.

Guy, M. A., McFadden, T. B., Cockrell, D. C., & Besser, T. E. (1994). Regulation of colostrum formation in beef and dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 77(10), 3002–3007. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77241-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77241-6)

Guzman, C. E., Wood, J. L., Egidi, E., White-Monsant, A. C., Semenec, L., Grommen, S. V. H., Hill-Yardin, E. L., De Groef, B., & Franks, A. E. (2020). A pioneer calf foetus microbiome. *Scientific Reports*, 10, 17712. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74677-7>

Hamedian, A. M., Zakian, A., Azimpour, S., & Hashemzadeh, M. (2022). Evaluation of diagnostic methods for the detection of bovine coronavirus and rotavirus in feces of diarrheic calves. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 73, 3951–3960. <https://doi.org/10.12681/jhvms.23704>

Hammon, H., Steinhoff-Wagner, J., Flor, J., Schönhusen, U., & Metges, C. (2013). Lactation biology symposium: Role of colostrum and colostrum components on glucose metabolism in neonatal calves. *Journal of Animal Science*, 91(2), 685–695. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5758>

Hickson, R. E., Lopez-Villalobos, N., Kenyon, P. R., & Morris, S. T. (2008). Duration of parturition and frequency of abdominal contractions in primiparous, 2-year-old Angus heifers and the relevance of body dimensions of calves to dystocia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48(7), 935–939. <https://doi.org/10.1071/EA08002>.

Hill, R. A. (2012). *Feed efficiency in the beef industry*. Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118392331>

Homerovsky, E. R., Timsit, E., Pajor, E. A., Kastelic, J. P., & Windeyer, M. C. (2017). Predictors and impacts of colostrum consumption by 4 h after birth in newborn beef calves. *The Veterinary Journal*, 228, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2017.09.003>

House, J. K., & Smith, B. P. (1998). Current strategies for managing salmonella infections in cattle. *Veterinary Medicine*, 93(8), 756–764.

House, J. K., Smith, G. W., McGuirk, S. M., Gunn, A. A., & Izzo, M. (2014). Manifestations and management of disease in neonatal ruminants. In B. P. Smith (Ed.), *Large animal internal medicine* (Vol. 5). Mosby Elsevier.

Huntington, G. B. (1997). Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. *Journal of Animal Science*, 75(3), 852–867. <https://doi.org/10.2527/1997.753852x>

Hurley, W. L., & Theil, P. K. (2011). Perspectives on immunoglobulins in colostrum and milk. *Nutrients*, 3(4), 442–474. <https://doi.org/10.3390/nu3040442>

Izzo, M. M., Kirkland, P. D., Mohler, V. L., Perkins, N. R., Gunn, A. A., & House, J. K. (2011). Prevalence of major enteric pathogens in Australian dairy calves with diarrhoea. *Australian Veterinary Journal*, 89(5), 167–173. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2011.00692.x>

Jiao, J., Huang, J., Zhou, C., & Tan, Z. (2015). Taxonomic identification of ruminal epithelial bacterial diversity during rumen development in goats. *Applied and Environmental Microbiology*, 81(11), 3502–3509. <https://doi.org/10.1128/aem.00203-15>

Jiao, J., Wu, J., Zhou, C., Tang, S., Wang, M., & Tan, Z. (2016). Composition of ileal bacterial community in grazing goats varies across non-rumination, transition and rumination stages of life. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1364. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01364>

Kakade, S. V., Dabade, T. D., Patil, V. C., Ajani, S. N., Bahulekar, A., & Sawant, R. (2023). Examining the social determinants of health in urban communities: A comparative analysis. *South Eastern European Journal of Public Health*, 111–125. <https://doi.org/10.70135/seejph.vi.445>

Karakavuk, M., Can, H., Can, S., & Yildirim, A. (2024). Development of a Rapid-Crypto colorimetric LAMP test to detect cryptosporidiosis in feces of newborn calves. *Acta Parasitologica*, 69, 691–699. <https://doi.org/10.1007/s11686-023-00791-x>

Keleş, İ., Ekinçi, G., Tüfekçi, E., & Yılmaz, H. (2022). Etiological and predisposing factors in calves with neonatal diarrhea: a clinical study in 270 case series. *Kafkas University Veterinary Faculty Journal*, 28, 315–326. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2021.26981>

Kim, U. H., Jung, Y. H., Choe, C., Kang, S. J., Chang, S. S., Cho, S. R., et al. (2015). Korean native calf mortality: The causes of calf death in a large breeding farm over a 10-year period. *Korean Journal of Veterinary Research*, 55(2), 75–80. <https://doi.org/10.14405/kjvr.2015.55.2.75>

Kirchner, D., Schwedhelm, L., Coenen, M., & Bachmann, L. (2014). Dietary influences on the hydration and acid–base status of experimentally dehydrated dairy calves. *The Veterinary Journal*, 199(2), 251–257. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.11.007>

Koch, A., & Kaske, M. (2008). Clinical efficacy of intravenous hypertonic saline solution or hypertonic bicarbonate solution in the treatment of inappetent calves with neonatal

diarrhea. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 22(1), 202–211. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2007.0029.x>

Kodituwakku, S. N., & Harbour, D. A. (1990). Persistent excretion of rotavirus by pregnant cows. *Veterinary Record*, 126(22), 547–549.

Korver, S. (1988). Genetic aspects of feed intake and feed efficiency in dairy cattle: A review. *Livestock Production Science*, 20(1), 1–13. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(88\)90049-5](https://doi.org/10.1016/0301-6226(88)90049-5)

Kumar, R., Ali, S. A., Singh, S. K., Bhushan, V., Mathur, M., Jamwal, S., et al. (2020). *Antimicrobial peptides in farm animals: An updated review on its diversity, function, modes of action and therapeutic prospects*. *Veterinary Sciences*, 7(4), 1–28. <https://doi.org/10.3390/vetsci7040206>

Larson, R. L., & Tyler, J. W. (2005). Reducing calf losses in beef herds. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 21(3), 569–584. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2005.02.009>

Larson, R. L., Tyler, J. W., Schultz, L. G., Tessman, R. K., & Hostetler, D. E. (2004). Management strategies to decrease calf death losses in beef herds. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 224(1), 42–48. <https://doi.org/10.2460/javma.2004.224.42>

Lebrun, M., Mainil, J. G., & Linden, A. (2010). Cattle enterotoxaemia and *Clostridium perfringens*: Description, diagnosis and prophylaxis. *Veterinary Record*, 167(1), 13–22. <https://doi.org/10.1136/vr.167.1.12>

Lee, N., Choi, S. W., Chang, H. J., & Chun, H. S. (2018). *Rapid detection of Escherichia coli O157:H7 in fresh lettuce based on localized surface plasmon resonance combined with immunomagnetic separation*. *Journal of Food Protection*, 81, 713–718. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-17-338>

Lewis, L. D., & Phillips, R. W. (1973). Diarrheic induced changes in intracellular and extracellular ion concentrations in neonatal calves. *Annales de Recherches Vétérinaires*, 4, 99–111.

Li, R. W., Connor, E. E., Li, C., Baldwin, V. R. L., & Sparks, M. E. (2012). Characterization of the rumen microbiota of pre-ruminant calves using metagenomic tools.

Environmental Microbiology, 14(1), 129–139. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2011.02543.x>

Li, W., Yi, X., Wu, B., Li, X., Ye, B., Deng, Z., A, R., Hu, S., Li, D., Wu, H., & Zhou, Z. (2023). Neonatal calf diarrhea is associated with decreased bacterial diversity and altered gut microbiome profiles. *Fermentation*, 9(9), 827. <https://doi.org/10.3390/fermentation9090827>

Lichtmannsperger, K., Freudenthaler, K., Hinney, B., Conraths, F. J., & Schares, G. (2022). Evaluation of immunochromatographic point-of-care tests for the detection of calf diarrhoea pathogens in faecal samples. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift – Veterinary Medicine Austria*, 109, Doc11. <https://doi.org/10.1186/s13028-023-00707-9>

Lorenz, I., & Vogt, S. (2006). Investigations on the association of D-lactate blood concentrations with the outcome of therapy of acidosis, and with posture and demeanour in young calves with diarrhoea. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 53(10), 490–494. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.2006.00863.x>

Lv, X. K., Chai, J. M., Diao, Q. Y., Huang, W. Q., Zhuang, Y. M., & Zhang, N. F. (2019). The signature microbiota drive rumen function shifts in goat kids introduced to solid diet regimes. *Microorganisms*, 7(11), 516. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7110516>

Lynch, E., McGee, M., & Earley, B. (2019). Weaning management of beef calves with implications for animal health and welfare. *Journal of Applied Animal Research*, 47(1), 167–175. <https://doi.org/10.1080/09712119.2019.1594825>

Maier, G. U., Breitenbuecher, J., Gomez, J. P., Samah, F., Fausak, E., & Van Noord, M. (2022). Vaccination for the prevention of neonatal calf diarrhea in cow-calf operations: A scoping review. *Veterinary and Animal Science*, 15, 100238. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2022.100238>

Makwana, P., Irshadullakhan, K., & Dhruv, D. (2020). Isolation of bovine rotavirus in MDBK cell line from diarrhoeic calves of Navsari district. *Pharma Innov*, 9, 222–225.

Malmuthuge, N., Griebel, P. J., & Guan, L. (2015). The gut microbiome and its potential role in the development and function of the newborn calf gastrointestinal tract. *Frontiers in Veterinary Science*, 2, 36. <https://doi.org/10.3389/fvets.2015.00036>

Manniello, M. D., Moretta, A., Salvia, R., Scieuzo, C., Lucchetti, D., Vogel, H., et al. (2021). *Insect antimicrobial peptides: Potential weapons to counteract the antibiotic resistance*.

Cellular and Molecular Life Sciences, 78(9), 4259–4282. <https://doi.org/10.1007/s00018-021-03784-z>

Manuja, B. K., Prasad, M., Gulati, B. R., Manuja, A., & Prasad, G. (2010). Comparative efficacy of immunological, molecular and culture assays for detection of group A rotavirus from faecal samples of buffalo (*Bubalus bubalis*) calves. *Tropical Animal Health and Production*, 42(8), 1817–1820. <https://doi.org/10.1007/s11250-010-9642-y>

Marshall, B. M., & Levy, S. B. (2011). *Food animals and antimicrobials: Impacts on human health. Clinical Microbiology Reviews*, 24(4), 718–733. <https://doi.org/10.1128/CMR.00002-11>

Martak, D., Henriot, C., & Hocquet, D. (2024). *Environment, animals, and food as reservoirs of antibiotic-resistant bacteria for humans: One Health or more? Infectious Diseases Now*, 54, 104895. <https://doi.org/10.1016/j.idnow.2024.104895>

Martella, V., Catella, C., Capozza, P., Lorusso, A., Camero, M., Buonavoglia, C., & Decaro, N. (2020). *Identification of astroviruses in bovine and buffalo calves with enteritis. Research in Veterinary Science*, 131, 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.04.010>

McCutcheon, G. A., Caffrey, P. J., Kelleher, D. L., & Brophy, P. O. (1991). Twinning in a suckler herd: 2. Effects on cow and calf immunoglobulin status. *Irish Journal of Agricultural Research*, 30(1), 11–17. <http://www.jstor.org/stable/25556274>

McGee, M., & Earley, B. (2019). Review: Passive immunity in beef suckler calves. *Animal*, 13(4), 810–825. <https://doi.org/10.1017/S1751731118003026>

McGee, M., Drennan, M. J., & Caffrey, P. J. (2005). Effect of suckler cow genotype on cow serum immunoglobulin (Ig) levels, colostrum yield, composition and Ig concentration and subsequent immune status of their progeny. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 44(2), 173–183.

McGee, M., Drennan, M. J., & Caffrey, P. J. (2006). Effect of age and nutrient restriction pre partum on beef suckler cow serum immunoglobulin concentrations, colostrum yield, composition and immunoglobulin concentration and immune status of their progeny. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 45(2), 157–171.

Mee, J. F. (2004). Managing the dairy cow at calving time. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 20(3), 521–546. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.001>

Meganck, V., Hoflack, G., & Opsomer, G. (2014). Advances in prevention and therapy of neonatal dairy calf diarrhoea: A systematic review with emphasis on colostrum management and fluid therapy. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 56(1), 75. <https://doi.org/10.1186/s13028-014-0075-x>

Meng, W., Chen, Z., Jiang, Q., Li, J., Zhang, L., & Liu, H. (2024). A multiplex real-time fluorescence-based quantitative PCR assay for calf diarrhea viruses. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1327291. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1327291>

Merck Vet Manual. (2022). *Diarrhea in neonatal ruminants*. <https://www.merckvetmanual.com/digestive-system/intestinal-diseases-in-ruminants/diarrhea-in-neonatal-ruminants>

Meuwissen, T., Hayes, B., & Goddard, M. (2013). Accelerating improvement of livestock with genomic selection. *Annual Review of Animal Biosciences*, 1(1), 221–237. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-031412-103705> <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-031412-103705>

Mohamed, F. F., Mansour, S. M. G., El-Araby, I. E., Ahmed, M. M., & Hassan, M. K. (2017). Molecular detection of enteric viruses from diarrheic calves in Egypt. *Archives of Virology*, 162, 129–137. <https://doi.org/10.1007/s00705-016-3088-0>

Monney, J. D., Adjougoua, E. V., Karamoko, Y., & Akran, A. (2020). *Incidences of calf diarrhea and the associated risk factors in Ivory Coast (2015-2017)*. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 19(4), 454-461. <https://doi.org/10.5965/223811711942020454>

Morley, P. S., Apley, M. D., Besser, T. E., Burney, D. P., Fedorka-Cray, P. J., Papich, M. G., Traub-Dargatz, J. L., & Weese, J. S. (2005). Antimicrobial drug use in veterinary medicine. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 19(4), 617–629. [https://doi.org/10.1892/0891-6640\(2005\)19\[617:ADUIVM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1892/0891-6640(2005)19[617:ADUIVM]2.0.CO;2)

Muktar, Y., Mamo, G., Tesfaye, B., & Belina, D. (2015). A review on major bacterial causes of calf diarrhea and its diagnostic method. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 7(5), 173–185.

Myers, L. (1980). Passive protection of calves against experimentally induced and naturally occurring enteric colibacillosis. *American Journal of Veterinary Research*, 41(11), 1952–1956.

National Research Council. (2000). *Nutrient requirements of beef cattle* (7th ed.). National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9791>

Naylor, J. M. (2009). Neonatal calf diarrhea. In D. E. Anderson & D. M. Rings (Eds.), *Food animal practice* (5th ed., pp. 70–77). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/B978-141603591-6.10021-1>

Nkrumah, J. D., Okine, E. K., Mathison, G. W., Schmid, K., Li, C., Basarab, J. A., Price, M. A., Wang, Z., & Moore, S. S. (2006). Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 84(1), 145–153. <https://doi.org/10.2527/2006.841145x>

Nydam, D. V., & Mohammed, H. O. (2005). Quantitative risk assessment of *Cryptosporidium* species infection in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 88(11), 3932–3943. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73079-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73079-4)

OIE – World Organization for Animal Health. (2018). Chapter 6.10: Responsible and prudent use of antimicrobial agents in veterinary medicine. In *OIE – Terrestrial Animal Health Code* (27th ed., pp. 1–10). Paris, France: World Organization for Animal Health.

Oikonomou, G., Teixeira, A. G., Foditsch, C., Bicalho, M. L., Machado, V. S., & Bicalho, R. C. (2013). Fecal microbial diversity in pre-weaned dairy calves as described by pyrosequencing of metagenomic 16S rDNA: Associations of *Faecalibacterium* species with health and growth. *PLoS ONE*, 8(6), e63157. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063157>

Ojo, A. O., Mulim, H. A., Campos, G. S., Junqueira, V. S., Lemenager, R. P., Schoonmaker, J. P., & Oliveira, H. R. (2024). Exploring feed efficiency in beef cattle: From data collection to genetic and nutritional modeling. *Animals*, 14(24), Article 3633. <https://doi.org/10.3390/ani14243633>

Olson, D., Papasian, C., & Ritter, R. (1980). The effects of cold stress on neonatal calves. II. Absorption of colostral immunoglobulins. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, 44(1), 19–23.

Olsen, J. E., Svensmark, B., Agerskov, L., Albrechtsen, M., & Olsen, R. H. (2025). *Prevalence and infection characteristics of common pathogens associated with calf diarrhoea*

in Danish dairy calves. *Veterinary Microbiology*, 307, 110575. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2025.110575>

Omoruyi, B. E., Nwodo, U. U., Udem, C. S., & Okonkwo, F. O. (2014). Comparative diagnostic techniques for *Cryptosporidium* infection. *Molecules*, 19(2), 2674–2683. <https://doi.org/10.3390/molecules19022674>

Park, Y., & Hahm, K. S. (2005). *Antimicrobial peptides (AMPs): Peptide structure and mode of action*. *BMB Reports*, 38(5), 507–516. <https://doi.org/10.5483/bmbrep.2005.38.5.507>

Patil, S. V. (2024). Beef cattle nutrition and management: Strategies for health and productivity. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 25(1), 312–324. <https://veterinaria.org/index.php/REDVET/article/view/522>

Petit, L., Gibert, M., & Popoff, M. R. (1999). *Clostridium perfringens*: Toxinotype and genotype. *Trends in Microbiology*, 7(3), 104–110. [https://doi.org/10.1016/s0966-842x\(98\)01430-9](https://doi.org/10.1016/s0966-842x(98)01430-9)

Pfortmueller, C. A., Kabon, B., Schefold, J. C., & Fleischmann, E. (2018). Crystalloid fluid choice in the critically ill. *Wiener klinische Wochenschrift*, 130(9–10), 273–282. <https://doi.org/10.1007/s00508-018-1327-y>

Phillips, C., & Rind, M. (2002). The effects of social dominance on the production and behavior of grazing dairy cows offered forage supplements. *Journal of Dairy Science*, 85(1), 51–59. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74052-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74052-6)

Pinheiro, F. A., Decaris, N., Parreño, V., Brandão, P. E., Ayres, H., & Gomes, V. (2022). *Efficacy of prepartum vaccination against neonatal calf diarrhea in Nelore dams as a prevention measure*. *BMC Veterinary Research*, 18, 323. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03391-5>

Preston, R. L., & Leng, R. A. (1987). *Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and subtropics*. Penambul Books.

Probo, M., & Veronesi, M. C. (2022). *Clinical scoring systems in the newborn calf: An overview*. *Animals*, 12(21), 3013. <https://doi.org/10.3390/ani12213013>

Quinn, P. J., Markey, B. K., Carter, M. E., Donnelly, W. J., & Leonard, F. C. (2002). *Veterinary microbiology and microbial disease* (pp. 113–116). Blackwell.

Ramos, C. P., Lopes, E. O., Oliveira Júnior, C. A., Silva, R. D., & Santos, R. F. (2020). Immunochromatographic test and ELISA for the detection of glutamate dehydrogenase (GDH) and A/B toxins as an alternative for the diagnosis of *Clostridioides* (*Clostridium*) *difficile*-associated diarrhea in foals and neonatal piglets. *Brazilian Journal of Microbiology*, 51, 1459–1462. <https://doi.org/10.1007/s42770-020-00275-4>

Razmi, N., Hasanzadeh, M., Willander, M., & Nur, O. (2020). Recent progress on the electrochemical biosensing of *Escherichia coli* O157:H7. *Biosensors (Basel)*, 10(5), 54. <https://doi.org/10.3390/bios10050054>

Reppert, E. J., Chamorro, M. F., Robinson, L., Cernicchiaro, N., Wick, J., Weaber, R. L., & Haines, D. M. (2019). Effect of vaccination of pregnant beef heifers on the concentrations of serum IgG and specific antibodies to bovine herpesvirus 1, bovine viral diarrhea virus 1, and bovine viral diarrhea virus 2 in heifers and calves. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 83(4), 313–316.

Rey, M., Enjalbert, F., & Monteils, V. (2012). Establishment of ruminal enzyme activities and fermentation capacity in dairy calves from birth through weaning. *Journal of Dairy Science*, 95(3), 1500–1512. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4902>

Ribeiro, L. F., Nespolo, N. M., Rossi, G., & Fairbrother, M. J. (2024). *Exploring extended-spectrum beta-lactamase (ESBL)-producing Escherichia coli in food-producing animals and animal-derived foods*. *Pathogens*, 13(4), 346. <https://doi.org/10.3390/pathogens13040346>

Rings, D. M. (2004). Clostridial disease associated with neurologic signs: Tetanus, botulism, and enterotoxemia. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 20(2), 379–391. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.02.006>

Roussel, A. J., & Kasari, T. R. (1990). Using fluid and electrolyte replacement therapy to help diarrheic calves. *Veterinary Medicine/Small Animal Clinician*, 85(5), 303–304.

Saif, L. J., Smith, K. L., Landmeier, B. J., Bohl, E. H., Theil, K. W., & Todhunter, D. A. (1984). Immune response of pregnant cows to bovine rotavirus immunization. *American Journal of Veterinary Research*, 45(1), 49–58.

Saleh, N., Allam, T., Nayel, M., & Ahmed, R. (2022). Molecular investigation of calf diarrhea in relation to changes in some immunological profiles. *Journal of Current Veterinary Research*, 4, 69–79. <https://doi.org/10.21608/jcvr.2022.240872>

Salgado-Flores, A., Hagen, L. H., Ishaq, S. L., Zamanzadeh, M., Wright, A. D., Pope, P. B., & Sundset, M. A. (2016). Rumen and cecum microbiomes in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) are changed in response to a lichen diet and may affect enteric methane emissions. *PLoS ONE*, 11(3), e0155213. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155213>

Santos, F. C. R., Santarosa, B. P., Dal Más, F. E., Silva, K. N., Guirro, É. C. B. P., & Gomes, V. (2024). *Effects of dam metabolic profile and seasonality (spring vs. winter) on their offspring's metabolism, health, and immunity: Maternal factors in dairy calves' analytes*. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1424960. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1424960>

Sawant, A. A., Sordillo, L. M., & Jayarao, B. M. (2005). A survey on antibiotic usage in dairy herds in Pennsylvania. *Journal of Dairy Science*, 88(8), 2991–2999. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73075-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73075-7) Radostits, O. M., Rhodes, C. S., Mitchell, M. E., Spotswood, T. P., & Wenkoff, M. S. (1975). A clinical evaluation of antimicrobial agents and temporary starvation in the treatment of acute undifferentiated diarrhea in newborn calves. *Canadian Veterinary Journal*, 16, 219–227.

Schultze, B., Gross, H. J., Brossmer, R., & Herrler, G. (1991). The S protein of bovine coronavirus is a hemagglutinin recognizing 9-O-acetylated sialic acid as a receptor determinant. *Journal of Virology*, 65(11), 6232–6237. <https://doi.org/10.1128/JVI.65.11.6232-6237.1991>

Sedky, D., Ghazy, A. A., & Abou-Zeina, H. A. A. (2025). Advances in diagnosis of diseases causing diarrhea in newborn calves. *Veterinary Research Communications*, 49(5), 293. <https://doi.org/10.1007/s11259-025-10855-0>

Shaw, H. J., Innes, E. A., Morrison, L. J., Katzer, F., & Wells, B. (2020). Long-term production effects of clinical cryptosporidiosis in neonatal calves. *International journal for parasitology*, 50(5), 371–376. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2020.03.002>

Silva, F. G., Silva, S. R., Pereira, A. M. F., Cerqueira, J. L., & Conceição, C. (2024). *A comprehensive review of bovine colostrum components and selected aspects regarding their impact on neonatal calf physiology*. *Animals*, 14(7), 1130. <https://doi.org/10.3390/ani14071130>

Silva-del-Río, N., Rolle, D., García-Muñoz, A., Rodríguez-Jiménez, S., Valdecabres, A., Lago, A., & Pandey, P. (2017). Colostrum immunoglobulin G concentration of multiparous Jersey cows at first and second milking is associated with parity, colostrum yield, and time of first milking, and can be estimated with Brix refractometry. *Journal of Dairy Science*, 100(7), 5774–5781. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12394>

Smith, G. (2015). Antimicrobial decision making for enteric diseases of cattle. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 31(1), 47–60. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2014.11.004>

Solis, J. C., Byers, F. M., Schelling, G. T., Long, C. R., & Greene, L. W. (1988). Maintenance requirements and energetic efficiency of cows of different breed types. *Journal of Animal Science*, 66(3), 764–773. <https://doi.org/10.2527/jas1988.663764x>

Steele, A. D., Geyer, A., & Gerdes, G. H. (2004). Rotavirus infections. In J. A. W. Coetzer & R. C. Tustin (Eds.), *Infectious Diseases of Livestock* (2nd ed., pp. 1256–1264). Oxford University Press Southern Africa.

Thompson, W. R., Meiske, J. C., Goodrich, R. D., Rust, J. R., & Byers, F. M. (1983). Influence of body composition on energy requirements of beef cows during winter. *Journal of Animal Science*, 56(5), 1241–1252. <https://doi.org/10.2527/jas1983.5651241x>

Thomson, S., Hamilton, C. A., Hope, J. C., Katzer, F., Mabbott, N. A., Morrison, L. J., & Innes, E. A. (2017). Bovine cryptosporidiosis: Impact, host-parasite interaction and control strategies. *Veterinary Research*, 48(1), 42. <https://doi.org/10.1186/s13567-017-0447-0>

Todd, C. G., Millman, S. T., McKnight, D. R., Duffield, T. F., & Leslie, K. E. (2010). Nonsteroidal anti-inflammatory drug therapy for neonatal calf diarrhea complex: Effects on calf performance. *Journal of Animal Science*, 88(6), 2019–2028. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2340>

Torres, A.C., Costa, E.F., de Castro, A.M., et al. (2014). Diarrhea in young calves: Association with enteropathogens, rotavirus genotypes, and host immune response. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 161(3-4):209-216.

Trefz, F. M., Lorch, A., Zitzl, J., Kutschke, A., Knubben-Schweizer, G., & Lorenz, I. (2015). Risk factors for the development of hypokalemia in neonatal diarrheic calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 29, 688–695. <https://doi.org/10.1111/jvim.12541>

Trefz, F. M., Lorenz, I., Lorch, A., & Constable, P. D. (2017). Clinical signs, profound acidemia, hypoglycemia, and hypernatremia are predictive of mortality in 1,400 critically ill neonatal calves with diarrhea. *PLOS ONE*, 12(8), e0182938. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182938>

Trotz-Williams, L. A., Martin, S. W., Leslie, K. E., Duffield, T., Nydam, D. V., & Peregrine, A. S. (2007). Calf-level risk factors for neonatal diarrhea and shedding of *Cryptosporidium parvum* in Ontario dairy calves. *Preventive Veterinary Medicine*, 82(1–2), 12–28. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2007.05.003>

United States Department of Agriculture. (2014). *Health and management practices on U.S. dairy operations, 2014*. Fort Collins, CO. Retrieved from https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/dairy14/Dairy14_dr_PartI.pdf

Urie, N. J., Lombard, J. E., Shivley, C. B., Kopral, C. A., Adams, A. E., Earleywine, T. J., Olson, J. D., & Garry, F. B. (2018). *Prewaned heifer management on US dairy operations: Part I. Descriptive characteristics of preweaned heifer raising practices*. *Journal of Dairy Science*, 101(10), 9168–9184. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14010>

Uslu, N. I., Ekic, O. D., & Avci, O. (2023). ELISA-based point prevalence of enteropathogens in diarrheic calves in central Anatolia region of Turkey. *Revista Científica*, 33, 1–6. <https://doi.org/10.52973/rcfcv-e33249>.

Van Boeckel, T. P., Brower, C., Gilbert, M., Grenfell, B. T., Levin, S. A., Robinson, T. P., et al. (2015). *Global trends in antimicrobial use in food animals*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(18), 5649–5654. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503141112>

Van Metre, D. C., Tennant, B. C., & Whitlock, R. H. (2008). Infectious diseases of the gastrointestinal tract. In T. J. Divers & S. F. Peek (Eds.), *Rebhun's diseases of dairy cattle* (2nd ed., pp. 200–294). St. Louis, MO: Elsevier.

Vandeputte S, Detilleux J, Rollin F. Investigation of colostrum quality in beef cattle by radial immunodiffusion and brix refractometry. *Vet Rec*. 2014;175(14):353. <https://doi.org/10.1136/vr.101590>.

Viidu, D. A., & Mõtus, K. (2022). Implementation of a pre-calving vaccination programme against rotavirus, coronavirus and enterotoxigenic *Escherichia coli* (F5) and association with dairy calf survival. *BMC veterinary research*, 18(1), 59. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03154-2>

Vlasova, A. N., & Saif, L. J. (2021). Bovine coronavirus and the associated diseases. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 643220. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.643220>

Waldner, C. L., & Rosengren, L. B. (2009). Factors associated with serum immunoglobulin levels in beef calves from Alberta and Saskatchewan and association between passive transfer and health outcomes. *The Canadian Veterinary Journal*, 50(3), 275–281.

Walker, P. G., Constable, P. D., Morin, D. E., Foreman, J. H., Drackley, J. K., & Thurmon, J. C. (1998). Comparison of hypertonic saline-dextran solution and lactated Ringer's solution for resuscitating severely dehydrated calves with diarrhea. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 213(1), 113–121

Walker, W. L., Epperson, W. B., Wittum, T. E., Lord, L. K., Rajala-Schultz, P. J., & Lakritz, L. (2012). Characteristics of dairy calf ranches: Morbidity, mortality, antibiotic use practices, and biosecurity and biocontainment practices. *Journal of Dairy Science*, 95(4), 2204–2214. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4727>

Wang, C., Xing, K., Zhang, G., Li, Y., & Liu, H. (2019). Novel ELISA based on fluorescent quenching of DNA-stabilized silver nanoclusters for detecting *E. coli* O157:H7. *Food Chemistry*, 281, 91–96. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.079>

Wang, Q., Wang, S., Beutin, L., Zhao, Y., Zhao, A., & Meng, J. (2010). Development of a DNA microarray for detection and serotyping of enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Journal of Clinical Microbiology*, 48(6), 2066–2074. <https://doi.org/10.1128/JCM.02014-09>

Weaver, D. M., Tyler, J. W., VanMetre, D. C., Hostetler, D. E., & Barrington, G. M. (2000). Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 14(6), 569–577. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x>

Weese, J. S. (2020). *Clostridium* (*Clostridioides*) *difficile* in animals. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 32(2), 213–221. <https://doi.org/10.1177/1040638719899081>

Weigum, S. E., Castellanos-Gonzalez, A., White, A. C., & Richards-Kortum, R. (2013). Amplification-free detection of *Cryptosporidium parvum* nucleic acids with the use of DNA/RNA-directed gold nanoparticle assemblies. *Journal of Parasitology*, 99(5), 923–926. <https://doi.org/10.1645/12-132.1>

Wenge, J., Steinhöfel, I., Heinrich, C., Coenen, M., & Bachmann, L. (2014). Water and concentrate intake, weight gain and duration of diarrhea in young suckling calves on different diets. *Livestock Science*, 159(1), 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.11.004>

World Health Organization - WHO (2015). *Global action plan on antimicrobial resistance*. https://www.who.int/iris/bitstream/10665/193736/1/9789241509763_eng.pdf?ua=1

Xie, B., Huang, W. Q., Zhang, C. X., Diao, Q. Y., Cui, K., Chai, J. M., et al. (2020). Influences of starter NDF level on growth performance and rumen development in lambs fed isocaloric and isonitrogenous diets. *Journal of Animal Science*, 98(4), skaa093. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa093>

Yáñez-Ruiz, D. R., Abecia, L., & Newbold, C. J. (2015). Manipulating rumen microbiome and fermentation through interventions during early life: A review. *Frontiers in Microbiology*, 6, 1133. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01133>

Yarnall, M., Jolivet, E., Chevalier, M., Hatat, B., Tiberghien, M.-P., Malyskova, B., & Kucerak, J. (2024). *A novel vaccine demonstrating prevention of neonatal calf diarrhoea associated with BRV, BCoV and ETEC: Results from efficacy studies*. *Large Animal Review*, 30(1), 13–24.

Yeoman, C. J., & White, B. A. (2014). Gastrointestinal tract microbiota and probiotics in production animals. *Annual Review of Animal Biosciences*, 2, 469–486. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022513-114149>

Younis, E. E., Ahmed, A. M., El-Khodery, S. A., & El-Gohary, A. A. (2009). Molecular screening and risk factors of enterotoxigenic *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. in diarrheic neonatal calves in Egypt. *Research in Veterinary Science*, 87, 373–379. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2009.04.006>

Zwald, A. G., Ruegg, P. L., Kaneene, J. B., Warnick, L. D., Wells, S. J., Fossler, C., & Halbert, L. W. (2004). Management practices and reported antimicrobial usage on conventional

and organic dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 87(1), 191–201.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73158-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73158-6)