



ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA

Mestrado Integrado em Medicina Veterinária
Revisão bibliográfica

A importância do encolostramento em vitelos

Mathilde Gerbouin

Coimbra, julho 2024



ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA

Mestrado Integrado em Medicina Veterinária
Revisão bibliográfica

A importância do encolostramento em vitelos

Coimbra, julho 2024

Mathilde Gerbouin

Constituição do Júri

Presidente do Júri: Professor Doutor Sérgio Eduardo
Ramalho de Sousa

Arguente: Professora Doutora Ana Rita Violante
Pedro

Orientador: Professora Doutora Diana Margarida da
Silva Valente

Orientador Interno

Professora Doutora Diana Margarida da Silva Valente

Coorientador Interno

Professora Doutora Ana Teresa Inácio Ferreira Varela

Orientador Externo

Doutora Oriane Vassal

Clinique vétérinaire de l'Elorn

Dissertação do Estágio curricular do ciclo de estudo conducente
ao grau de Mestre em medicina veterinária da EUVG



AGRADECIMENTOS

Queria agradecer à minha Orientadora Científica, a Professora Doutora Diana Valente pela a sua ajuda, disponibilidade e paciência durante a elaboração deste trabalho assim como durante o meu curso.

Também agradeço à minha Coorientadora Científica, a Professora Doutora Ana Varela, pela sua ajuda e leitura atenta durante a elaboração deste trabalho.

Muito obrigada à minha Orientadora Externa, a Doutora Oriane Vassal, pela sua implicação todos os dias dos meus estágios e pela sua energia em partilhar sempre os seus conhecimentos. Sempre respondeu presente.

Agradeço calorosamente à equipa toda da clínica veterinária de l'Elorn pelo seu acolhimento, a sua dedicação à minha formação, assim como pela sua benevolência em relação à minha pessoa.

Também agradeço calorosamente à equipa toda da clínica veterinária Zoetim pelo seu suporte e a sua participação na minha formação. Obrigada ao Doutor Pierre Platiau que confirmou a minha vontade de ser veterinária quando eu era criança e que responde sempre presente para me ajudar e partilhar o seu conhecimento.

Queria agradecer cada um dos meus colegas queridos do Centro da Mão, estarão sempre comigo. São um suporte inestimável.

Agradeço os meus pais, pelo seu suporte a todos os níveis da minha aventura. Queria agradecer também às minhas irmãs queridas e ao meu irmão querido pelo seu suporte e presença nos momentos de dúvidas.

Muito obrigada ao meu tio e à minha tia da Bretanha pela sua presença e suporte inabalável durante todos estes anos.

Queria agradecer a todos os meus amigos que me inspiram cada dia e que participaram de uma maneira ou de outra para a realização deste projeto.

Queria agradecer à minha família toda pelo seu suporte e pelos seus incentivos durante toda a minha formação.

ÍNDICE GERAL

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. O COLOSTRO.....	4
2.1. COMPOSIÇÃO DO COLOSTRO.....	4
3. FATORES QUE INFLUENCIAM A TRANSFERÊNCIA DE IMUNOGLOBULINAS.....	6
3.1. MOMENTO DE INGESTÃO DO COLOSTRO.....	6
3.2. MÉTODO DE ADMINISTRAÇÃO DO COLOSTRO.....	7
3.3. QUALIDADE E QUANTIDADE DE COLOSTRO A ADMINISTRAR.....	7
4. FATORES QUE INFLUENCIAM A QUALIDADE DO COLOSTRO.....	8
4.1. A PARIDADE.....	8
4.2. MISTURA DE COLOSTRO.....	9
4.3. RAÇA DA MÃE.....	9
4.4. PRESENÇA DA MÃE.....	9
4.5. DISTÚRBIOS METABÓLICOS NO VITELLO.....	9
5. TEMPERATURA DE ADMINISTRAÇÃO E TRATAMENTO TÉRMICO DO COLOSTRO.....	9
6. ARMAZENAMENTO DO COLOSTRO.....	10
7. SUBSTITUTOS DO COLOSTRO VERSUS SUPLEMENTOS DO COLOSTRO.....	11
8. TESTES DE AVALIAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA PASSIVA DE IMUNIDADE.....	11
8.1. MÉTODOS DIRETOS.....	12
8.1.1. RID: Imunodifusão Radial.....	12
8.1.2. Imunoensaios turbidimétricos (<i>Turbidimetric immunoassays</i>).....	12
8.1.3. ELISA (<i>Enzyme-linked immunosorbent assay</i>).....	12
8.1.4. Método de espectroscopia de infravermelhos por reflexão total transmitida e atenuada (<i>Transmitted and attenuated total reflectance infrared spectroscopic method</i>).....	13
8.1.5. Análise das IgG por trealase dividida – STIGA (<i>Split trehalase IgG assay</i>).....	13
8.1.6. Eletroforese.....	13
8.1.7. Eletroforese capilar (<i>CE</i>).....	14
8.1.8. Proteômica.....	14

8.1.9.O laser de dessorção/ionização líquido de pressão atmosférica assistido por uma matriz usando um espectrómetro de massa (<i>Liquid atmospheric-pressure matrix assisted laser desorption/ionization using mass spectrometry: AP-MALDI-MS</i>)	14
8.2. MÉTODOS INDIRETOS.....	15
8.2.1.Análise bioquímica das proteínas totais e das frações (<i>Biochemical analysis of total proteins and fractions</i>)	15
8.2.2.Refratometria de proteínas.....	15
8.2.3.Refratometria de BRIX.....	16
8.2.4.Teste de turvação ao sulfato de zinco.....	16
8.2.5.Teste de turvação ao sulfito de sódio.....	16
8.2.6.Atividade da Gamaglutamil transferase.....	17
9. CLASSIFICAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DE IMUNIDADE.....	17
10. IMPACTO DA TRANSFERÊNCIA INADEQUADA DA IMUNIDADE PASSIVA NA MORTALIDADE E MORBILIDADE.....	18
11. OUTRAS CONSEQUÊNCIAS DA FALHA DE TRANSFERÊNCIA DE IMUNIDADE PASSIVA.....	19
12. CONTROLO DA FALHA DE TRANSFERÊNCIA DE IMUNIDADE PASSIVA.....	19
12.1. ANTIBIOTERAPIA.....	20
12.2. TRANSFUSÃO SANGUÍNEA.....	20
12.3. ADMINISTRAÇÃO ORAL DE COLOSTRO.....	20
13. AÇÕES PREVENTIVAS.....	21
13.1. VACINAÇÃO.....	21
13.2. NUTRIÇÃO DA MÃE.....	21
14. CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

Lista de siglas, símbolos e abreviaturas

FIP: Falha na transferência da imunidade passiva

IgG: Imunoglobulina G

IgM: Imunoglobulina M

IgA: Imunoglobulina A

RID: Imunodifusão radial

ELISA: *Enzyme-linked immunosorbent assay*

TPI: transferência passiva das imunoglobulinas

ATR: reflectância total atenuada

STIGA: *Split trehalase IgG assay*

CE: Eletroforese capilar

AP-MALDI-MS: *Liquid atmospheric-pressure matrix-assisted laser desorption/ionization using mass spectrometry*

PTS: Proteínas totais do soro

GGT: Gamaglutamil transferase

OMSA: Organização Mundial da Saúde Animal

IV: Via intravenosa

IP: Intraperitoneal

A importância do encolostramento em vitelos

Mathilde Gerbouin^a, Ana Varela^a, Diana Valente^a

^a Escola Universitária Vasco da Gama, Av. José R. Sousa Fernandes 197, Campus Universitário, Lordemão, 3020-210, Coimbra, Portugal (mathildegerbouin@gmail.com, ana.varela@euvvg.pt, diana.valente@euvvg.pt)

RESUMO

A transferência da imunidade passiva no vitelo recém-nascido é extremamente importante. Esta é alcançada pela administração de colostro de boa qualidade, e pelo controlo de todos os fatores que otimizam a sua absorção. Embora existam vários métodos que permitem a avaliação do colostro, este trabalho pretende realçar os mais convenientes para o produtor na sua prática quotidiana. Após administração da refeição de colostro, a transferência da imunidade passiva pode ser avaliada por diversos métodos. Assim, alguns autores têm apresentado classificações para os diferentes estatutos imunológicos dos vitelos. Além disso, é também sugerido que uma transferência de colostro deficitária aumenta as taxas de mortalidade e de morbilidade dos vitelos. De facto, constitui uma perda económica considerável que tem de ser considerada pelos produtores. Na literatura estão já descritos alguns meios para contornar a falha de transferência passiva, assim como ações preventivas para a evitar. Deste modo, a transferência de imunidade em vitelos é extremamente importante para os produtores, tendo em conta o facto de esta ser determinante para a sobrevivência dos vitelos.

Palavras-chave: transferência de imunidade passiva, colostro, manejo do colostro, imunoglobulinas, métodos de avaliação da transferência imunitária passiva.

ABSTRACT

The passive immunity transfer in newborn calves is essential. It is accomplished by the administration of high-quality colostrum and by the evaluation of all the factors that maximize its intake. Although several methods exist that allow the evaluation of colostrum, this work wants to highlight the most convenient way that can be used by the producer in his daily routine. After the administration of colostrum, the passive immunity transfer can be evaluated by multiple methods. Some authors have classified calves' immune status. It is also suggested that a failure in colostrum transfer, increases the mortality and morbidity rates in calves. In fact, it represents an important economic loss, that must be considered by the producers. In the literature, the ways to avoid immunity transfer failures are already described, as well as preventive actions to avoid its occurrence. Therefore, the passive immunity transfer in calves is essential for the producers, as it determines the calves' viability.

Key-words: *passive immunity transfer, colostrum, colostrum management, immunoglobulins, assessment methods of passive immunity transfer.*

1. INTRODUÇÃO

Os bovinos têm uma placenta sinepiteliocorial, com três camadas maternas e três camadas fetais que atuam como barreiras. Estas interferem com a transferência das imunoglobulinas e formam uma barreira entre o endométrio materno e o trofotoderma do vitelo (Weaver *et al*, 2000; Lopez & Heinrichs, 2020). Assim o vitelo não recebe imunoglobulinas da mãe durante a fase *in útero*. Contudo, é capaz de produzir anticorpos frente a alguns antígenos, a partir do quarto mês de gestação. Além disso, este está exposto a muito poucos antígenos antes do parto (Francoz & Couture, 2014). Desta forma, o vitelo nasce com um déficit em imunoglobulinas, corrigido pela absorção dos constituintes do colostro, que lhe fornecem uma imunidade de origem materna até ao desenvolvimento da sua própria imunidade. A transferência de imunoglobulinas da mãe, assim como de outros constituintes, para o neonato, chamada transferência de imunidade passiva, é essencial para a proteção do neonato frente a doenças infecciosas (Weaver *et al*, 2000). Uma falha na transferência passiva (FTP) não é uma doença, mas uma condição que predispõe o vitelo recém-nascido ao desenvolvimento de doenças. É estimado que perto de 35% dos vitelos leiteiros sofrem de FTP (Weaver *et al*, 2000). Um vitelo com FTP será mais suscetível a ter um atraso no crescimento e consequentemente um déficit na produtividade. Neste caso os custos veterinários podem ser multiplicados por dois. Já é descrito que uma transferência bem-sucedida favorece uma boa saúde e permite um retorno económico direto no produtor estimado a 148 € por vaca (Faber *et al*, 2005; Skirving *et al*, 2022).

O presente trabalho pretende apresentar uma visão global sobre a transferência da imunidade passiva no vitelo. Assim, pretende-se disponibilizar informação útil para que os produtores consigam assegurar um início de vida ótimo do vitelo.

2. O COLOSTRO

2.1. COMPOSIÇÃO DO COLOSTRO

O colostro bovino apresenta-se como uma mistura de secreções lácteas e de constituintes do soro sanguíneo, nomeadamente de imunoglobulinas (Ig), mas também de outras proteínas do soro. Estas substâncias acumulam-se na glândula mamária no período seco pré-parto. Este processo de formação do colostro inicia-se cerca de três a quatro semanas antes do parto, sob a influência de hormonas lactogénicas, tal como a prolactina (Godden *et al*, 2019; Lopez & Heinrichs, 2020).

O colostro é maioritariamente composto por imunoglobulinas. A imunoglobulina predominante é a imunoglobulina G (IgG), a qual representa 85% a 90% das imunoglobulinas totais do colostro (Robbers *et al*, 2021). A IgG encontra-se envolvida em diversas atividades, como a opsonização bacteriana e a ligação a agentes patogénicos para os inativar (Lopez & Heinrichs, 2020). O colostro contém também

imunoglobulinas M (IgM) (cerca de 7%), assim como imunoglobulinas A (IgA) em pequenas quantidades (cerca de 5%) (Robbers *et al*, 2021). O papel das IgM é identificar e destruir as bactérias que alcancem a corrente sanguínea do vitelo. Funciona como um mecanismo para combater a septicemia e é o principal anticorpo aglutinante. Por sua vez, o papel das IgA é prevenir a fixação de agentes patogênicos e a sua entrada no intestino (Lopez & Heinrichs, 2020).

As IgM e as IgA têm uma semivida bastante curta, perto de três ou quatro dias. Permitem, assim, uma proteção de curto prazo do recém-nascido. Em comparação, as IgG têm uma semivida mais longa, de cerca de 21 a 28 dias, protegendo o vitelo durante mais tempo (Robbers *et al*, 2021). Godden *et al* (2019) evocam também a presença de imunoglobulinas E que constituem uma primeira linha de defesa contra parasitas intestinais. Além disso, estes autores recordam também que a duração da proteção da imunidade passiva é variável e depende grandemente da massa total de Ig's consumidas e absorvidas. A concentração destas Ig's pode ser influenciada por vários fatores, tal como a presença de uma infeção viral ativa ou de uma vacinação (Godden *et al*, 2019).

O colostro fresco contém também leucócitos de origem maternal. Nos bovinos, macrófagos e linfócitos são os leucócitos mais encontrados. Foi demonstrado que estes alteram as respostas imunitárias do vitelo, e o seu efeito poderá afetar a saúde do vitelo durante meses ou até mesmo anos (Godden *et al*, 2019).

Mais do que a lactose, o colostro bovino contém também pequenas quantidades de outros açúcares (i.e., glucose, frutose, glucosamina e galactosamina) assim como oligossacáridos (Gopal & Gill, 2000). Constitui assim uma fonte de energia para os vitelos nas primeiras horas de vida. A gordura também tem um papel fundamental no suporte do vitelo nos seus primeiros dias de vida. Assim, assegura uma termogénese eficiente, e a oxidação dos ácidos gordos permite a gliconeogénese, essencial a homeostasia da glicose (Contarini *et al*, 2014). Cumulativamente, contém hidratos de carbono, proteínas, fatores de crescimento, enzimas, inibidores de enzimas, nucleótidos, nucleósidos, citocinas e lípidos. Além disso, há vitaminas e minerais essenciais no colostro bovino, incluindo cálcio, magnésio, ferro, manganês, zinco, vitamina E (tocoferol e tocotrienol), vitamina A, riboflavina, caroteno, vitamina B12, ácido fólico, colina e selénio. O colostro contém também vitamina D, sintetizada pelas vacas quando expostas a radiação ultravioleta (UV). Por fim, o colostro fornece fatores nutritivos e não nutritivos, que ajudam o sistema imunitário a tornar-se ativo, permitem alcançar a maturação do intestino e promovem o desenvolvimento dos órgãos (Hammon *et al*, 2020). O colostro constitui o primeiro suporte nutricional ao nascimento e contribui para a proteção do intestino frente aos agentes patogênicos (Lopez & Heinrichs, 2020).

A composição do colostro varia de acordo com diversos fatores como a raça, a paridade, a nutrição pré-parto, a duração do período seco, a dieta, a idade da vaca e a sua história clínica. Por outro lado, fatores ambientais como a interação da glândula mamária com determinados agentes patogénicos, podem também melhorar a qualidade do colostro (Lopez & Heinrichs, 2020).

O colostro bovino pode também ser uma fonte de agentes patogénicos para o recém-nascido, tal como *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Mycoplasma* spp., e *Mycobacterium avium* spp. *paratuberculosis*. Geralmente, estes agentes provêm de uma infeção da glândula mamária, de um incorreto armazenamento ou maneiio do colostro, ou mesmo da sua recolha inadequada (Lopez & Heinrichs, 2020).

3. FATORES QUE INFLUENCIAM A TRANSFERÊNCIA DE IMUNOGLOBULINAS

3.1. MOMENTO DE INGESTÃO DO COLOSTRO

Há alguns anos atrás foi estabelecido que o momento ótimo para administrar o colostro estava situado entre as 24 e 36 primeiras horas de vida do recém-nascido (Weaver *et al*, 2000). De facto, durante este período, os enterócitos do intestino delgado têm a capacidade de absorver uma grande variedade de macromoléculas, de maneira não seletiva, incluindo assim as imunoglobulinas. Apesar de existir uma variabilidade em relação ao encerramento da barreira intestinal, mais recentemente foi demonstrado que a transferência das imunoglobulinas através do epitélio intestinal é ótima nas primeiras quatro horas pós-parto e começa a diminuir rapidamente depois das 12 horas pós-parto (Weaver *et al*, 2000). Os vitelos alimentados mais cedo, têm uma concentração em IgG superior aos que foram alimentados mais tarde, isto com uma concentração e um volume iguais de colostro administrado (Weaver *et al*, 2000). Lopez & Heinrichs (2020) recomendam administrar o colostro com uma concentração em IgG superior ou igual a 50 mg/mL nas duas primeiras horas após o parto. Estes autores consideram que o encerramento completo da permeabilidade intestinal ocorre 24 horas depois do parto.

Skirving *et al* (2022) sublinham que se o vitelo não recebe colostro de boa qualidade dentro das primeiras 24 horas da sua vida, terá um crescimento e um estado de saúde deficitários durante as primeiras 12 semanas de vida, comprometendo assim a sua vida futura.

Lopez *et al* (2020) recomendam uma segunda refeição de colostro, entre cinco e seis horas após o nascimento. Isto diminui as taxas de morbilidade assim como favorece o ganho de peso médio diário antes do desmame. O colostro tem de ser recolhido imediatamente após o parto, segundo estes autores, para assegurar uma concentração elevada de IgG. Além disso, a qualidade do colostro decresce com o aumento do número de ordenhas realizadas. O colostro tem uma concentração em

IgG mais elevada quando a colheita é realizada dentro das duas primeiras horas pós-parto. A sua concentração em IgG reduz significativamente quando a colheita ocorre às 6, 10 e 14 horas pós-parto (Lopez *et al*, 2020).

Robbers *et al* (2021) sugerem que o colostro de alta qualidade, com elevada concentração em IgG, pode ser obtido quando a ordenha é realizada o mais cedo possível depois do parto.

3.2. MÉTODO DE ADMINISTRAÇÃO DO COLOSTRO

Segundo Lopez *et* Heinrichs (2020) existem três métodos para administrar uma refeição de colostro, nomeadamente a utilização de biberão com tetina, o recurso a sonda esofágica e também a administração com balde. Muitas vezes é recomendado o uso de uma sonda esofágica, considerando a grande volume a administrar. Além disso, permite um ganho de tempo para o produtor e apresenta-se como um método ótimo para assegurar uma transferência passiva de IgG bem-sucedida. Contudo, os métodos de administração mais utilizados incluem o recurso a um balde ou a um biberão com tetina (64%), sendo menos utilizada a sonda esofágica (2.3%). De facto, existem riscos associados à utilização da sonda esofágica, tais como a colocação errada da sonda, com possível lesão do esófago, e sobretudo, a introdução da sonda através da traqueia, que conduz ao encaminhamento do líquido para os pulmões (Lopez & Heinrichs, 2020). Além disso, este método impede o encerramento da goteira esofágica, ao contrário do uso do biberão. Quando a goteira esofágica se fecha permite uma passagem direta do colostro para o abomaso, assegurando assim uma transferência mais rápida até ao intestino delgado.

Segundo Weaver *et al* (2000), na comparação entre a administração por biberão com tetina e a administração por sonda esofágica de igual volume de colostro, com igual concentração de IgG, verifica-se a presença de uma concentração sérica levemente superior de IgG nos vitelos alimentados com biberão e tetina. Apesar disso, estes autores indicam que esta diferença não é estatisticamente, nem clinicamente significativa. Por outro lado, Besser *et al* (1991) afirmam claramente que a administração do colostro com uma sonda esofágica pode assegurar uma taxa mais baixa de FTP.

3.3. QUALIDADE E QUANTIDADE DE COLOSTRO A ADMINISTRAR

Alguns autores referem que a taxa de FTP é muito menor nos vitelos que recebem mais do que 100 g de IgG através do colostro, comparativamente aos restantes. Estes autores observaram que apenas em 36% dos casos o colostro disponibiliza uma concentração adequada de IgG (> 100 g de IgG) aos vitelos, se forem administrados 2L. No entanto, se forem administrados 4L, em mais que 85% dos casos, o colostro disponibiliza uma concentração adequada de IgG. Foi observado que sem ajuda do

Homem, os vitelos de raça de aptidão leiteira não asseguram uma transferência passiva qualitativa adequada (Besser *et al*, 1991).

Por outro lado, outros autores indicam que a quantidade mínima de IgG que um vitelo tem de absorver para evitar a FTP é de 150 g (Raboisson *et al*, 2016).

De acordo com Robbers *et al* (2021), em contexto de exploração é difícil determinar o volume exato que deve ser administrado. Isto porque existem muitas variáveis que condicionam a absorção das imunoglobulinas pelo recém-nascido, incluindo a qualidade do colostro, a contaminação bacteriana, o intervalo de tempo entre o nascimento e a primeira refeição de colostro e o peso do vitelo. Na prática, é difícil de prever os efeitos de algumas decisões em relação ao manejo do colostro. Assim sendo, estes autores recomendam avaliar a qualidade do colostro e/ou determinar o peso do vitelo ao nascimento. Esta informação permite ajustar o volume da refeição da forma mais adequada possível, assegurando, assim, a administração de uma quantidade de colostro adequada a cada vitelo (Robbers *et al* (2021)).

Para que exista uma proteção adequada dos vitelos recém-nascidos frente a agentes patogénicos, é necessário que estes ingiram 300g a 400g de imunoglobulinas através do colostro. No entanto, é recomendada a administração de 150g a 200g de imunoglobulinas imediatamente após o nascimento (Lopez *et al*, 2000; Godden *et al*, 2019). Numa situação em que todos os procedimentos são cumpridos para uma transferência da imunidade passiva adequada, por administração de colostro, é muito importante ter em consideração que a imunidade do vitelo não depende exclusivamente deste parâmetro. Assim, depende de um equilíbrio entre o seu estatuto imunitário e a exposição aos agentes patogénicos no ambiente, bem como do manejo e das práticas nutricionais.

Geralmente, a qualidade do colostro é expressa em função da concentração em IgG, que é altamente variável entre vacas. Um colostro de alta qualidade, segundo Robbers *et al* (2021), contém tipicamente uma concentração superior a 50g IgG/L, enquanto concentrações inferiores indicam tratar-se de um colostro de baixa qualidade. É amplamente aceite que um vitelo deve ter uma concentração sérica de IgG de pelo menos 10 mg/mL, entre 24 e 48 horas depois do parto (Robbers *et al*, 2021).

4. FATORES QUE INFLUENCIAM A QUALIDADE DO COLOSTRO

4.1. A PARIDADE

Weaver *et al* (2020) indicam que vacas de terceira lactação (ou terceiro parto) têm concentrações em imunoglobulinas significativamente mais elevadas (81.5 g/L) do que vacas de primeira ou segunda lactações (ou partos). Assim, vacas com três ou mais lactações ou partos, produzem colostro com uma

concentração maior de IgG, e é este colostro que deve ser prioritariamente administrado, quando possível.

4.2. MISTURA DE COLOSTRO

A mistura de colostro de vários animais/ordenhas é uma tentativa de compensar as diferenças em relação às taxas em imunoglobulinas baixas nas diferentes amostras de colostro. Infelizmente, vacas que produzem grandes volumes de colostro tendem a ter concentrações de imunoglobulinas. Apesar disso, esta prática é desaconselhada porque não compensa um colostro de má qualidade (Weaver *et al*, 2000).

4.3. RAÇA DA MÃE

Vacas de raças Ayrshire e Jersey têm concentrações em imunoglobulinas mais elevadas do que as vacas de raça Holstein (Weaver *et al*, 2000). Tyler *et al* (1999) encontraram uma diferença significativa nas concentrações em IgG no colostro das vacas de raça Guernsey e Holstein. As amostras de colostro das vacas de raça Guernsey têm concentrações em IgG que excedem as concentrações das vacas de raça Holstein (36 g/L). Segundo Weaver *et al* (2000), as vacas de aptidão leiteira transportam uma grande quantidade de IgG desde o soro até a glândula mamária, mas a concentração de IgG no colostro é diluída devido à sua grande capacidade produtiva.

4.4. PRESENÇA DA MÃE

Está descrito que vitelos que ficam na presença da mãe têm taxas de absorção de IgG mais elevadas, assim como concentrações séricas de IgG mais elevadas, comparativamente aos vitelos privados da presença da mãe. Contudo, vitelos privados da mãe, atingem uma transferência adequada com uma administração de uma quantidade suficiente de colostro (Weaver *et al*, 2000; Lopez & Heinrichs, 2020).

4.5. DISTÚRBIOS METABÓLICOS NO VITELLO

Existem referências bibliográficas que indicam que distúrbios metabólicos no vitelo, como a acidose respiratória, a acidose metabólica ou a hipoxia, estão associados a taxas séricas de IgG menores, embora não sejam totalmente conhecidos os efeitos destes distúrbios na prevalência de falha da transferência passiva.

5. TEMPERATURA DE ADMINISTRAÇÃO E TRATAMENTO TÉRMICO DO COLOSTRO

Lopez & Heinrichs (2020) sublinham o papel do tratamento térmico do colostro, como forma de melhorar a absorção das IgG e aumentar a sua concentração plasmática em IgG. Da mesma forma, constitui um excelente método para reduzir a população microbiana no colostro. Aquecer o colostro a uma temperatura de 60°C durante 30 a 60 minutos, diminui minimamente ou não diminui a

concentração em IgG, reduz a carga bacteriana e não modifica a viscosidade (Lopez & Heinrichs, 2020). Robbers *et al* (2021) também aconselham pasteurizar o colostro fresco durante 30 minutos a 60°C. Contudo, é descrito que uma pasteurização a uma temperatura maior pode danificar as imunoglobulinas (Godden *et al*, 2019). De facto, a estrutura proteica pode ser danificada por uma temperatura maior do que 60°C, o que afeta a disponibilidade assim como a funcionalidade das imunoglobulinas. A lactoferrina, que tem propriedades imunomoduladora e antimicrobiana, assim como as citocinas, podem ser afetadas pela pasteurização excessiva (Robbers *et al*, 2021).

6. ARMAZENAMENTO DO COLOSTRO

Devido à importância crítica do colostro para o recém-nascido, Lopez & Heinrichs (2020) recomendam a existência de uma fonte de colostro de alta qualidade, permanentemente disponível na exploração, e livre de agentes patogénicos. Existem duas formas de armazenar o colostro, nomeadamente através da congelação ou refrigeração. Se o colostro fresco não é administrado até duas horas após a sua recolha, é necessário fazer a sua refrigeração a 4°C, em recipientes de pequena dimensão. Deste modo, é possível conservar os seus constituintes celulares, assim como a sua composição em imunoglobulinas durante um curto período. A transferência do colostro de baldes para os recipientes de menor dimensão em que irá ser armazenado, corresponde muitas vezes a um momento de risco de contaminação por bactérias. A maioria das recomendações indicam que o colostro não deve ser refrigerado por mais que 48 horas, porque algumas bactérias têm a capacidade de se multiplicar, mesmo sob temperaturas baixas. Esta técnica, apenas é recomendada para o armazenamento de curto prazo. Quando o armazenamento é realizado por um período mais prolongado, a congelação torna-se a melhor alternativa para conservar o colostro, pois previne a degradação dos nutrientes e das IgG por um período superior a um ano. Assim, é aconselhado priorizar a administração de colostro fresco ou previamente congelado. Quando se trata de colostro congelado, a descongelação deve efetuar-se preferencialmente em banho-Maria, o que minimiza a perda de IgG, evitando a utilização do microondas, o qual conduz à desnaturação das proteínas (Robbers *et al*, 2021; Lopez & Heinrichs, 2020; Godden *et al*, 2019).

A acidificação do leite ou do colostro, por adição de ácido fórmico, apresenta-se também como um método de preservação eficaz. Reduz a carga bacteriana com a diminuição do pH de 4.0 até 4.5. Permite alargar o período de conservação do leite ou do colostro, sem alterar os seus benefícios nutricionais. Foi demonstrado que o colostro acidificado tem efeitos benéficos sobre a saúde e o desenvolvimento dos vitelos, melhorando parâmetros como o ganho de peso, assim como o score fecal. De facto, favorece o desenvolvimento de uma bactéria produtora de butirato, chamada

Faecalibacterium, encontrada na microbiota do vitelo e conhecida para reduzir a prevalência de diarreia nos vitelos (Hennessy *et al*, 2023).

7. SUBSTITUTOS DO COLOSTRO VERSUS SUPLEMENTOS DO COLOSTRO

Quando o colostro materno fresco não está disponível no momento do parto ou quando não é de boa qualidade, o produtor tem a alternativa de usar um substituto do colostro ou um suplemento do colostro. Um substituto do colostro deve fornecer mais que 100g de IgG por dose, enquanto um suplemento do colostro apresenta um conteúdo abaixo de 100g de IgG por dose. Assim, o suplemento do colostro não permite uma substituição completa da refeição de colostro materno. Quando possível, é melhor administrar uma refeição de colostro materno de alta qualidade, comparativamente a uma refeição baseada em substitutos do colostro. Apesar disso, os substitutos do colostro são uma alternativa possível para a administração de imunoglobulinas, sem efeitos negativos reportados associados ao desempenho do vitelo. Contrariamente, os suplementos do colostro não contêm uma quantidade suficiente em IgG para substituir o colostro materno e têm de ser administrados em conjunto com o colostro para melhorar a concentração em IgG (Lopez & Heinrichs, 2020; Godden *et al*, 2019).

8. TESTES DE AVALIAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA PASSIVA DE IMUNIDADE

Segundo Lopez & Heinrichs (2020), a concentração sérica de IgG pode ser determinada com métodos diretos e indiretos. A imunodifusão radial (RID), um método direto, assim como ELISA, um método indireto, são considerados métodos de referência para esta análise. De Souza *et al* (2021), afirmam que a RID é o método de referência para avaliar a concentração sérica de IgG nos bovinos. Além disso, referem também a existência de muitas outras técnicas que permitem a avaliação da transferência passiva das imunoglobulinas (TPI), através da determinação da concentração de IgG ou por avaliação de outros parâmetros séricos.

Assim, o nível de imunidade passiva adquirida pelo vitelo, pode ser estimada por vários métodos. Para cada método existe um grande conjunto de fatores a ter em conta para determinar se um vitelo apresenta imunidade passiva adequada e suficiente para a sua proteção (Skirving *et al*, 2022). As amostras de soro são as mais utilizadas para realizar estes testes, sendo este recolhido em vitelos com idade compreendida entre 24 horas e sete dias. Geralmente as medidas diretas de determinação de IgG são consideradas como as mais precisas para avaliar a transferência passiva da imunidade. Contudo, estes testes são geralmente mais caros, morosos e permitem apenas medir a concentração de IgG. Testes alternativos indiretos, que medem a concentração de IgG ou de um outro componente do colostro, podem ser usados. Skirving *et al* (2022) recomendam a utilização de um refratômetro para

medir as proteínas totais no soro. Esta técnica é rápida, barata e fiável para estimar a assimilação das IgG no vitelo.

8.1. METODOS DIRETOS

8.1.1. RID: Imunodifusão Radial

A técnica RID é utilizada desde há muito tempo como método de referência para medir a concentração de IgG no colostro e no soro bovino para avaliar a transferência passiva das imunoglobulinas (TPI) nos vitelos. Assim, três microlitros de uma amostra de soro do vitelo a testar e de uma amostra controlo são depositadas dentro de poços separados sobre uma placa de gel de agarose, que apresenta um antissoro bovino específico para IgG. A amostra de soro, assim como os antígenos de controlo, difundem-se no gel e forma-se um precipitado em anel, 18 a 24 horas depois, com um diâmetro proporcional à concentração de IgG.

Esta técnica é cara porque requer um trabalho especializado para a sua realização e usa reagentes e anticorpos de durabilidade limitada. É um teste semi quantitativo direto das IgG de bovinos, que serve de referência para confirmar uma falha de transferência passiva de imunidade. Contudo, o seu uso não é recomendado na prática quotidiana para monitorizar a TPI, sendo recomendado para investigar e analisar uma falha de TPI em relação a surtos de mortalidade (De Souza *et al*, 2021; Sustronck *et al*, 2022).

8.1.2. Imunoensaio turbidimétrico (*Turbidimetric immunoassays*)

A execução do imunoensaio usado para determinar concentrações séricas ou plasmáticas de IgG nos vitelos, demora aproximadamente dez minutos. É realizado por leitura da absorvância a 340 nm, utilizando um espectrofotómetro. Duas versões estão comercialmente disponíveis, uma que avalia semi quantitativamente a TPI e uma outra que avalia quantitativamente a concentração em IgG. O teste semi quantitativo foi desenvolvido usando calibradores com concentrações previamente determinadas por turbidimetria. Para realizar o teste, 35 a 40 microlitros de sangue total, plasma ou soro são colocados numa zona dedicada, com uma superfície plana. Depois disso, o teste fica à temperatura ambiente durante 15 a 20 minutos, período após o qual é possível ler o teste por comparação da intensidade da linha de teste com a linha de controlo. O teste tem uma sensibilidade de 77%, assim como uma especificidade de 44% em relação à referência, ou seja, em relação à técnica RID. Este é um teste simples e rápido e pode ser realizado no campo (De Souza *et al*, 2021).

8.1.3. ELISA (*enzyme-linked immunosorbent assay*)

ELISA é um teste semi quantitativo que avalia a concentração em imunoglobulinas. Este é tipicamente utilizado em laboratório, pelo que apresenta as mesmas limitações práticas que a RID. Contudo é mais barato que a RID, devido à sua maior disponibilidade. Em comparação com a RID, este teste apresenta uma sensibilidade de 98% e uma especificidade de 91%. Existe uma grande correlação entre estas duas técnicas. O teste ELISA é amplamente utilizado para a determinação das concentrações de IgG em laboratórios, mas o seu uso não é recomendado na prática quotidiana na exploração, devido ao longo período de espera para ter os resultados (De Souza *et al*, 2021).

8.1.4. Método de espectroscopia de infravermelhos por reflexão total transmitida e atenuada (*Transmitted and attenuated total reflectance infrared spectroscopic method*)

O espectro infravermelho pode ser analisado com recurso a dois métodos: pela transmissão e pela reflectância total atenuada (ATR). Este método é útil para a avaliação da TPI nos vitelos, no campo. O teste é simples, rápido e requer apenas uma pequena preparação ou mesmo nenhuma preparação das amostras. A sensibilidade, especificidade e coeficiente de correlação desta técnica em comparação com a RID, foram estimados obtendo-se os valores de 92%, 100% e 93%, respetivamente, sugerindo que esta poderia ser uma técnica utilizada como referência. Além disso, teria a vantagem de ser portátil e rápida, tornando possível a sua utilização no campo. Contudo, o custo elevado do equipamento necessário à sua execução, limita fortemente a difusão desta técnica (De Souza *et al*, 2021).

8.1.5. Análise das IgG por trealase dividida - STIGA (*Split trehalase IgG assay*)

Este é um teste rápido que permite medir a concentração de IgG nas explorações. Este teste utiliza a enzima glicolítica trealase. O coeficiente de correlação determinado em comparação com a RID foi de 90% e 85% para vitelos leiteiros e para vitelos de carne, respetivamente. Esta técnica apresenta um elevado potencial para analisar diretamente a concentração em IgG no campo, mas ainda não está comercialmente disponível (De Souza *et al*, 2021).

8.1.6. Eletroforese

A eletroforese é a técnica analítica mais utilizada para o fracionamento das proteínas séricas ou plasmáticas em laboratório. Contudo, não pode ser realizada facilmente no campo. A eletroforese baseia-se no movimento das moléculas carregadas como as proteínas, num campo elétrico. É possível quantificar as proteínas e assim determinar a sua concentração no soro ou no plasma. A eletroforese é um método interessante para a análise laboratorial de TPI porque é mais rápida e mais acessível no

laboratório do que a RID. Além disso, é uma ferramenta que permite avaliar outros parâmetros do colostro além das proteínas totais e das imunoglobulinas (De Souza et al, 2021).

8.1.7. Eletroforese capilar (CE)

É um método que permite a separação das moléculas carregadas com base na sua carga e no seu tamanho, pois apresentam diferentes taxas de migração num campo elétrico. CE é rotineiramente utilizada em laboratórios que trabalham com amostras de humanos e animais, para elaborar perfis de proteínas séricas anormais. É uma técnica barata, simples, que não requer técnicos específicos (totalmente automática), apresenta uma alta eficiência de separação, um curto período de espera pelos resultados (cerca de 20 minutos), e uma compatibilidade com pequenos volumes de amostras. Além disso, CE deteta a componente monoclonal (imunoglobulinas) presente na fração das gamaglobulinas. Neste sentido, CE é usada para avaliar o colostro, assim como a TPI nos bovinos e noutros ruminantes. Estudos demonstram níveis altos de concordância entre o método RID e o método CE. Assim, a CE torna-se um método compatível e seguro para estimar a quantidade de IgG e consequentemente para a avaliação da TPI nos vitelos. Por fim, a CE é o método mais rápido na obtenção de resultados relativos à avaliação da TPI em laboratório (De Souza *et al*, 2021; Sustronck *et al*, 2022).

8.1.8. Proteómica

Os estudos de proteómica permitem separar e quantificar individualmente as proteínas presentes nos tecidos e nas amostras de fluidos. O proteoma é um conjunto de proteínas expressas a partir de um genoma. Os resultados podem variar de acordo com o momento e com as condições fisiológicas do animal quando feita a colheita da amostra. Esta técnica é ainda consideravelmente cara e restrita a alguns laboratórios. Apesar disso, a sua utilização tem aumentado. Por outro lado, De Souza *et al* (2021) acreditam que este tipo de estudos pode ser bastante esclarecedor na compreensão da TPI em vitelos, considerando os resultados já observados na avaliação do colostro e do leite.

8.1.9. O laser de dessorção/ionização líquido de pressão atmosférica assistido de uma matriz usando um espectrómetro de massa (*Liquid atmospheric-pressure matrix-assisted laser desorption/ionization using mass spectrometry: AP-MALDI-MS*)

É uma técnica de ionização para a análise de biomoléculas utilizando a espectrofotometria de massa. Até hoje, ainda nenhum estudo foi realizado usando esta técnica para avaliar a TPI nos vitelos. No futuro, pode ser uma oportunidade para avanços científicos nesta área. Este método é fácil de realizar, rápido e robusto e permite análises baratas, utilizando bio líquidos brutos. Além disso, é acessível, inovador e promissor para a avaliação da TPI (De Souza *et al*, 2021).

8.2. MÉTODOS INDIRETOS

8.2.1. A análise bioquímica das proteínas totais e das frações (*Biochemical analysis of total proteins and fractions*)

Vitelos recém-nascidos têm um perfil proteico sorológico interessante. De facto, algumas frações proteicas do soro são estáveis apesar da toma de colostro. Nomeadamente, a albumina tende a ser constante no corrente sanguíneo do vitelo. Contudo, outras frações das proteínas totais do soro (PTS) variam de acordo com a toma de colostro. O exemplo principal destas frações são as imunoglobulinas. Como os vitelos são considerados quase desprovidos de gamaglobulinas ao nascimento, quase todas as imunoglobulinas encontradas no soro do vitelo, até quase aos 28 dias de vida, são imunoglobulinas maternas absorvidas do colostro. Globalmente, PTS podem ser divididas em albuminas e globulinas. A fração das albuminas é considerada estável, pelo que existe uma forte correlação entre as PTS e as imunoglobulinas absorvidas do soro, nos primeiros dias de vida do vitelo. Esta correlação, estabelecida através da análise das PTS, permite uma estimação indireta das IgG e, consequentemente da TPI. Esta análise é fiável, sobretudo entre os dois e os três primeiros dias de vida do vitelo. A fiabilidade decresce se realizada a partir do quarto dia de vida (De Souza *et al*, 2021).

8.2.2. Refratometria de proteínas

Quer o refratómetro ótico como o digital medem a quantidade de luz refratada em relação à concentração de proteínas séricas na amostra. Quanto maior a sua quantidade, maior a quantidade de luz refratada. Assim, com a ajuda do refratómetro podemos verificar a presença de uma concentração baixa de PTS que estará associada a uma falha da transferência passiva das imunoglobulinas (FTPI) no vitelo. O refratómetro manual é barato, simples e uma ferramenta acessível que pode ser usada na exploração. Contudo, a interpretação dos resultados tem de ser cuidadosa, e deverá ter em consideração o equipamento, o seu manuseamento e calibração, bem como a temperatura da amostra e a idade do vitelo que podem influenciar os resultados. O coeficiente de correlação entre o refratómetro proteico e a RID encontra-se entre 49% e 93%. O refratómetro não é suficientemente preciso para determinar pequenas diferenças, sendo esta uma das suas limitações na avaliação da TPI. Apesar disso, é uma ferramenta interessante para avaliar TPI no campo, porque é portátil, barato, simples e fácil de usar (De Souza *et al*, 2021). Segundo Lopez & Heinrichs (2020), esta é uma técnica bastante utilizada, que nos permite estimar de forma razoável a concentração de IgG no soro e, consequentemente, permite fazer uma avaliação razoável da TPI.

8.2.3. Refratômetro de BRIX

O refratômetro de BRIX, quer digital, quer ótico, determina a pontuação sorológica de BRIX. Para isso, um feixe luminoso passa através da amostra até ao prisma, medindo o índice refrativo, que depois é lido numa escala (% BRIX). Habitualmente, o refratômetro BRIX mede a concentração em sacarose nos líquidos, tal como no vinho, por exemplo. Quando utilizado em líquidos desprovidos de sacarose, permite avaliar a percentagem em sólidos totais. Apresenta-se como uma ferramenta extremamente utilizada no campo, porque permite, em simultâneo, a avaliação da TPI e da qualidade do colostro, com um só dispositivo. O limiar varia de acordo com os diferentes fabricantes, mas geralmente encontra-se entre 7.8% e 10% BRIX. Além disso, existem outros parâmetros que explicam a sua variabilidade, tal como a idade, a raça e o estado de saúde dos vitelos testados. Assim, a utilização do Refratômetro de BRIX não é a técnica mais fiável, considerando as variações existentes entre limites de referência, mas é uma das ferramentas mais utilizada no campo para monitorizar TPI, pois é rápida, de fácil utilização e barata (De Souza *et al*, 2021; Sustronck *et al*, 2022).

Quigley *et al* (2013) consideram que 21% Brix se apresenta como o limiar para um colostro de alta qualidade, o que corresponde a uma quantidade superior a 50 g de IgG por litro.

8.2.4. Teste de turvação ao sulfato de zinco

Este teste realiza-se com uma solução de sulfato de zinco que é adicionada à amostra em análise. Depois de um período de incubação, é avaliada a absorvância a 660 nm, com a ajuda de um espectrofotómetro. A turvação encontrada é convertida em IgG/L, com base numa curva padrão construída com amostras de concentrações conhecidas de IgG. Este teste apresenta-se como uma ferramenta de análise útil e com uma especificidade elevada. Apesar disso, recomenda-se a análise que permita confirmar a concentração em IgG com a ajuda de uma técnica direta, como o RID, por exemplo. Este teste é fácil de realizar e barato, contudo, é facilmente afetado por parâmetros como a hemólise da amostra, o tempo de reação, a temperatura ambiente, assim como a ação do dióxido de carbono (De Souza *et al*, 2021).

8.2.5. Teste de turvação ao sulfito de sódio

Este teste utiliza diferentes soluções que precipitam seletivamente as proteínas de elevado peso molecular, incluindo as imunoglobulinas. Soluções de sulfito de sódio a 14%, 16% e 18% são preparadas utilizando água destilada. O soro é adicionado e misturado com o conteúdo de três tubos com estas soluções e incubado à uma temperatura de 23°C, durante 15 minutos. Depois disso, a turvação dos tubos é avaliada e são classificados com a ajuda duma escala: 0, 1+, 2+ e 3+, onde 0 é considerado como ausência de turvação nos três tubos e 3+ como presença de turvação nos três tubos.

Foi definido a seguinte correspondência segundo Howard (1993): 3+ corresponde a concentração em IgG >1.5 g/dL, indicadora de uma imunização correta; 2+ corresponde a concentração em IgG entre 0,5 e 1.5 g/dL, indicadora de uma FTPI parcial; 1+ corresponde a concentração em IgG <0.5 g/dL, indicadora de FTPI; 0 corresponde à existência de FTPI. Os resultados podem ser afetados pela idade do vitelo e alguns autores não recomendam esta técnica para avaliar TPI. Contudo, Lee *et al.* (2008) consideram esta técnica como a mais rápida e mais barata. De facto, é efetiva, rápida, simples, barata e permite a avaliação da TPI no campo, particularmente nas pequenas explorações, com poucos partos, onde a aquisição de um refratómetro não é economicamente viável (De Souza *et al.*, 2021).

8.2.6. Atividade da Gamaglutamil transferase

Durante a colostrogénese, o ducto da glândula mamária produz gamaglutamil transferase (GGT). A GGT é uma enzima localizada na superfície celular que permite a formação de aminoácidos (i.e. glutamato, cisteína e cistínea) a partir da glutatona. Encontra-se normalmente na superfície apical dos ductos e das glândulas (Hanigan, 2014). Quando o vitelo bebe o colostro, a GGT é absorvida e pode ser detetada no seu soro. Em comparação com a técnica RID, a deteção da GGT apresenta uma sensibilidade de 97.26% e uma especificidade de 98.11% (Hogan *et al.*, 2015). Contudo, existe uma grande variação entre estudos em relação à correlação entre as concentrações de IgG obtidas com a técnica RID e entre os níveis séricos de GGT encontrados. Esta variação deve-se à qualidade do colostro, pois a concentração do colostro em GGT não tem qualquer relação biológica com a concentração do colostro em IgG. Assim, um vitelo que tem uma concentração elevada em GGT não significa que tenha ingerido colostro de elevada qualidade, mas apenas que o colostro foi ingerido. Deste modo, este teste permite apenas avaliar se a ingestão de colostro foi efetiva, não disponibilizando qualquer informação sobre a avaliação das IgG, nem sobre a TPI. Assim, permite apenas avaliar as falhas de administração de colostro. Além disso, esta informação apenas poderá ser considerada quando pretendemos avaliar se foi administrado colostro natural e fresco, não fornecendo qualquer informação sobre a administração de substitutos do colostro ou colostro pasteurizado. Isto deve-se ao facto de estes dois últimos não terem concentrações de GGT elevadas, pelo que o teste não deverá ser realizado nestes casos. Contudo pode ser uma ferramenta útil na monitorização de falhas de ingestão do colostro (De Souza *et al.*, 2021).

9. CLASSIFICAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DE IMUNIDADE

Quando os vitelos não recebem uma quantidade suficiente de imunoglobulinas irão apresentar falha na transferência de imunidade passiva (FIP). Os vitelos com FIP têm maior risco de desenvolver doenças nas primeiras semanas de vida. O vitelo é considerado como tendo uma FIP quando a sua

concentração sérica em IgG é < 10 mg/mL às 24 horas de idade (Lopez & Heinrichs, 2020). Por outro lado, consideramos que a transferência de imunidade passiva é bem-sucedida quando a concentração sérica em IgG no vitelo é >10 mg/mL às 24 horas após nascimento. Lopez & Heinrichs (2020) classificam a Transferência de Imunidade Passiva de forma mais detalhada, baseando-se nos níveis séricos de IgG. Assim, definem quatro categorias: Excelente, quando a concentração de IgG é superior a 25.0 mg/mL; Boa, quando a concentração de IgG se encontra entre 24.9 e 18.0 mg/mL; Razoável, quando a concentração de IgG está entre 17.9 e 10.0 mg/mL; Fraca, quando a concentração de IgG é inferior a 10.0 mg/mL (Lopez & Heinrichs, 2020).

Skirving *et al* (2022) recordam que não existe um consenso sobre o limite correto para definir uma transferência inadequada da imunidade no vitelo. Na verdade, a definição deste limite depende dos resultados encontrados, assim como do sistema de manejo praticado na criação dos vitelos.

Além disso, diversos termos são utilizados, tais como “falha na transferência da imunidade passiva”, “falha na transferência passiva das imunoglobulinas” ou ainda “falha na transferência passiva”, não existindo consenso sobre o mais adequado. Skirving *et al* (2022) consideram que a utilização destes termos é incorreta. Em primeiro lugar porque indicam que a transferência da imunidade é um processo passivo. Contudo, a absorção das imunoglobulinas e dos outros componentes imunológicos a partir do colostro através da barreira intestinal é um processo ativo, que se efetua por pinocitose e que resulta na aquisição de imunidade passiva. Em segundo lugar, o termo “falha” implica a ausência completa de transferência da imunidade passiva, o que é muito raro. Na verdade, o mais frequente é a existência de transferência parcial, na qual a quantidade de imunoglobulinas absorvidas não é suficiente para garantir uma proteção satisfatória do vitelo promovendo o aumento da morbilidade e/ou mortalidade. Assim, sugere-se a utilização dos termos “transferência inadequada das imunoglobulinas colostrais” ou “transferência inadequada da imunidade passiva” (Skirving *et al*, 2022).

10. IMPACTO DA TRANSFERÊNCIA INADEQUADA DA IMUNIDADE PASSIVA NA MORTALIDADE E MORBILIDADE

Weaver *et al* (2000) sugerem que uma concentração de 5.5 g/dL de sólidos séricos totais, ou alternativamente, uma concentração sérica em IgG de 1 500 mg/dL devem ser considerados como objetivos a atingir para assegurar uma boa proteção dos vitelos. Apesar disso, este objetivo parece não ser sempre atingível em vitelos de aptidão leiteira. Estes dados têm de ser sempre contextualizados. Os vitelos classificados com uma FTP têm um risco mais elevado de mortalidade. Monitorizar as FTP (% de vitelos <5.0 g de IgG/dL) ou a taxa de sucesso, em vez da concentração sérica de IgG ou de proteínas é o mais adequado. Além disso, os autores alertam para o facto de que ao classificar o

estatuto imunitário de um vitelo como adequado ou excelente em relação à sua transferência passiva de imunidade, não se garante a sua sobrevivência. Outros parâmetros essenciais, como a pressão de infecção, a nutrição e a higiene, por exemplo, têm de ser considerados. Seguindo Raboisson *et al* (2016), a FTP conduz a um maior risco de mortalidade e reduz a saúde e a longevidade dos vitelos. A prevalência de FTP pode atingir entre 20% e 40% dos vitelos recém-nascidos. A taxa de mortalidade associada a uma FTP situa-se entre 8% e 25%. A FTP é um problema recorrente nas explorações leiteiras e de bovinos de carne. Como já referido, a FTP favorece taxas de mortalidade elevadas nos vitelos, e aumenta o risco de doença, nomeadamente doenças respiratórias e diarreias. Além disso, promove o aumento do uso de antibióticos e, consequentemente, favorece a resistência antimicrobiana (Raboisson *et al*, 2016).

11. OUTRAS CONSEQUÊNCIAS DA FALHA DE TRANSFERÊNCIA DE IMUNIDADE PASSIVA

Os vitelos com uma FTP têm um atraso no ganho médio diário em relação aos que não têm FTP. Além disso, têm risco acrescido de mortalidade neonatal, de mortalidade pré e pós desmame, assim como de morbilidade pré desmame, sobretudo associada a distúrbios respiratórios. As novilhas com FTP têm uma produção menor na primeira lactação e muitas vezes acabam por ser encaminhadas para refugo neste momento (Weaver *et al*, 2000).

Foi também demonstrado que vitelos com FTP estão mais expostos à ocorrência de distúrbios entéricos. Assim, existe um risco maior de incidência de infecção por rotavírus e *Cryptosporidium* spp., assim como um risco maior de surgirem diarreias (Lopez *et al*, 2020). Contrariamente, é evidenciado que uma administração adequada de colostro tem um efeito positivo a longo prazo para o animal, nomeadamente no que diz respeito à produção e ao crescimento.

O custo médio total associado a uma FTP para os produtores, foi estimado em cerca de 60€ para um vitelo leiteiro e cerca de 80€ para um vitelo de carne. Esta estimativa é uma ferramenta útil para avaliar a rentabilidade da implementação de determinadas medidas que tenham como objetivo melhorar a administração de colostro. Estes valores dependem dos parâmetros precisos do estudo em questão e são mais elevados na prática quotidiana (Raboisson *et al*, 2016).

12. CONTROLO DA FALHA DE TRANSFERÊNCIA DE IMUNIDADE PASSIVA

Vitelos com FTP têm um maior risco de desenvolver doença. Apesar disso, estes podem sobreviver se forem tomadas medidas adequadas de manejo e higiene, e se houver uma redução da exposição a agentes patogénicos. A decisão de tratar um vitelo com uma FTP deve basear-se em vários fatores, incluindo a sua idade, o seu valor, o seu ambiente circundante e a capacidade de recolher e administrar

plasma ou sangue total (Weaver *et al*, 2000). Mais do que o tratamento, é prioritário implementar medidas que minimizem o aparecimento de FTP na exploração.

12.1. ANTIBIOTERAPIA

O uso de antibióticos, se necessário, deve ser combinado com medidas de manejo que minimizam a exposição do vitelo aos agentes patogénicos. De facto, os antibióticos não podem contrariar os efeitos de uma carga elevada de agentes patogénicos (Weaver *et al*, 2000).

O último relatório publicado pela Organização Mundial da Saúde Animal (OMSA) em relação ao uso dos antimicrobianos nos animais, alerta sobre um aumento preocupante de 2% do uso de antimicrobianos nos animais ao nível mundial entre 2019 e 2021, isto, depois de vários anos consecutivos de redução deste uso. Sugere quando disponíveis, o uso preventivo das vacinas. Desencoraje igualmente o uso dos antimicrobianos como estimuladores de crescimento (OMSA, 2024).

O Regulamento (UE) 2019/6 do Parlamento Europeu e do Conselho de 11 dezembro de 2018, indica que os medicamentos antimicrobianos não podem ser utilizados para profilaxia, exceto em circunstâncias excecionais, quer dizer, apenas para administração a um animal ou a um grupo restrito de animais e quando o risco de infeção é alto e as consequências são provavelmente graves.

12.2. TRANSFUSÃO SANGUÍNEA

Segundo Weaver *et al* (2000), o tratamento com recurso à transfusão de plasma é realizado por administração de uma dose de 20 mL/kg, por via intravenosa (IV). O teste de *cross-matching* raramente é necessário, devido ao número elevado de tipos sanguíneos existentes nos bovinos. Contudo é importante monitorizar uma potencial reação adversa (letargia, dispneia, por exemplo) durante o processo. Além disso, se é necessária uma segunda transfusão mais do que 72 horas depois da primeira, dever-se-á realizar um teste de *cross-matching*. Para evitar o custo da colocação de um cateter intravenoso é possível usar a via de administração intraperitoneal (IP).

O sangue total também pode ser utilizado no tratamento de uma FTP. Neste caso, a dose deverá ser aumentada para ter em conta, essencialmente, o volume de eritrócitos (Weaver *et al*, 2000).

12.3. ADMINISTRAÇÃO ORAL DE COLOSTRO

Weaver *et al* (2000) indicaram também a possibilidade de realizar uma suplementação oral de colostro, depois do período em que a permeabilidade intestinal é máxima, o que irá permitir uma proteção local ao nível intestinal.

Foi demonstrado que alimentar os vitelos com colostro depois do encerramento da parede intestinal, tem benefícios, mesmo se não for possível absorver mais Ig's. Os constituintes biológicos disponíveis no colostro, tais como hormonas e oligossacáridos, estimulam o desenvolvimento do trato gastrointestinal. Assim, permitem aumentar a massa intestinal, bem como a formação das microvilosidades no intestino delgado. Deste modo, a proteção local anteriormente referida é assegurada pelos anticorpos presentes no colostro. Por exemplo, foi demonstrado que uma suplementação em colostro na refeição láctea, durante os 14 primeiros dias de vida, favorece o crescimento do vitelo, reduz a ocorrência de diarreias, de patologias respiratórias e de onfalites, assim como acontece com o uso de antibióticos (Godden *et al*, 2019; Ontsouka *et al*, 2016).

13. AÇÕES PREVENTIVAS

Para alcançar a taxa mais baixa de FTP na exploração, Skirving *et al* (2022) aconselham separar os vitelos recém-nascidos das mães, efetuando dois controlos por dia, para uma monitorização mais eficaz. Aconselham também de medir a qualidade do colostro recolhido na exploração com a ajuda de um refratómetro BRIX e garantir que cada vitelo recebe uma quantidade apropriada de colostro de alta qualidade, logo após a sua recolha.

13.1. VACINAÇÃO

Segundo Smith (1976), o manejo e a nutrição são a chave para prevenir o aparecimento de doenças. A profilaxia e o tratamento têm de ser considerados apenas em segundo lugar. Assim, em primeiro lugar é importante considerar as boas práticas de manejo, assim como a nutrição adequada dos animais. Além disso, é importante considerar também os programas de vacinação e combiná-los com estes pontos chave. Deste modo, é essencial implementar este conjunto de medidas e não implementar apenas uma medida isolada, com o objetivo de compensar todas as outras falhas. É, então, importante implementar programas vacinais contra leptospirose, clostridiose, rinotraqueite infecciosa bovina (IBR), diarreia viral bovina (BVD), vírus da parainfluenza três (PI3), colibaciloses e pasteureloses.

Foi demonstrado que vacinar as mães nas três a seis semanas antes do parto permite aumentar as concentrações em anticorpos colostrais protetores específicos. Além disso, promove o aumento dos níveis de anticorpos da imunidade passiva nos vitelos, nomeadamente para alguns agentes patogénicos específicos, tais como *Pasteurella haemolytica*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, rotavírus e coronavírus (Godden *et al*, 2019).

13.2. NUTRIÇÃO DA MÃE

Lopez & Heinrichs (2020) indicam que a suplementação da mãe, nomeadamente em vitaminas lipossolúveis, no período seco, aumenta a sua concentração no colostro. Assim, realizar a suplementação da vaca em vitamina E durante aproximadamente 60 dias, aumenta os níveis de alfa-tocoferol no colostro. Foi mencionado também que suplementar a vaca em tocoferol, melhora os níveis de vitamina A no colostro. Da mesma forma, Godden *et al* (2019) reportam que vacas alimentadas com rações deficitárias em selénio e vitamina E, produzem um maior volume de colostro quando suplementadas com administrações parenterais de selénio e de vitamina E no período de fim da gestação. Além disso, a suplementação com ácido nicotínico, quatro semanas antes da data prevista do parto, permite aumentar os níveis de IgG de 73.8 g/L até 86.8 g/L no colostro.

14. CONCLUSÃO

O manejo do colostro é extremamente importante na sobrevivência do vitelo recém-nascido e condiciona a sua vida futura, sendo fulcral no controlo da morbilidade e mortalidade neonatal. Desta forma condiciona a sua vida produtiva futura e deve ser muito valorizado pelos produtores. Nos últimos 20 anos têm sido verificadas grandes melhorias neste aspeto, nas explorações de bovinos. De facto, é encorajada a utilização de testes de avaliação da transferência da imunidade passiva, tal como o RID que é o teste de referência em laboratório. Na rotina, é o método indireto do refratómetro BRIX que é mais utilizado. Contudo, existe ainda oportunidade para os produtores melhorarem ainda mais as suas práticas relativamente ao manejo do colostro. Assim, os pontos cruciais a respeitar são a higiene do vitelo recém-nascido e do estabulo, a administração de um colostro de alta qualidade, que pode ser avaliado por diversos métodos, assim como a sua administração nas primeiras horas de vida, em quantidade adequada e na temperatura certa. Estas medidas melhoram a saúde do vitelo a curto e longo prazo. Deste modo, desencadeiam uma grande melhoria da performance produtiva do animal, e, consequentemente, do seu valor económico para a exploração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Besser, T. E., Gay, C. C., Pritchett, L., 1991, *Comparison on three methods of feeding colostrum to dairy calves*. J Am Vet Med Assoc, 198: pp. 419-422.
- Contarini, G., Povolito, M., Pelizzola, V., Monti, L., Bruni, A., Passolungo, L., Abeni, F., Degano, L., 2014, *Bovine colostrum: changes in lipid constituents in the first 5 days after parturition*. J. Dairy Sci. 97: pp. 5065-5072.
- De Souza, R., S., Dos Santos, L., B., C., Melo, I., O., Cerqueira, D., M., Dumas, J., V., Leme, F., D., O., P., Moreira, T., F., Meneses, R., M., De Carvalho, A., U., Facury-Filho., E., J., 2021, *Current Diagnostic Methods for Assessing Transferr of Passive Immunity in Calves and Possible Improvements: A Literature Review*. Animals, 11, 2963.
- Faber, S., N., Faber, N., E., McCauley, T., C., et al, 2005, *Case study: Effects of colostrum ingestion on lactational performance*, Applied Animal Scientist, 21, pp. 420-425.
- Francoz, D., & Couture, Y., 2014, *Manuel de Médecine des bovins*, MED'COM, Paris.
- Godden, S., M., Lombard, J., E., Woolums, A., R., 2019, *Colostrum Management for Dairy Calves*. Vet Clin Food Anim, 35, pp. 535-556.
- Gopal, P., K., & Gill, H., S., 2000, *Oligosaccharides and glycoconjugates in bovine milk and colostrum*. Br. J. Nutr. 84 (Suppl 1): pp. 69-74.
- Hammon, H., M., Liermann, D., Frieten, D., Koch, C., 2020, *Review: Importance of colostrum supply and milk feeding intensity on gastrointestinal and systemic development in calves*. Animal 14 (S1), pp. 133-143.
- Hanigan, M., H., 2014, *Gamma-Glutamyl Transpeptidase: Redox Regulation and Drug Resistance*, Adv Cancer Res, 122, pp. 103-141.
- Hennessy, M., Kristula, M., Cady, S., Smith, B., Induyu, N., Vecchiarelli, B., Pitta, D. 2023, *Acidification of colostrum affects the fecal microbiota of preweaning dairy calves*, JDS Communications, 4, pp. 80-85.
- Hogan, I., Doherty, M., Fagan, J., Kennedy, E., Conneely, M., Brady, P., Ryan, C., Lorenz, I., 2015, *Comparison of rapid laboratory tests for failure of passive transfer in the bovine*. Ir. Vet. J, 68, pp. 1-10.

- Howard, J., L., 1993, *Current Veterinary Therapy*, 3rd ed, WB Saunders Compagny, Philadelphia.
- Lee, S., H., Jaekal, J., Bae, C., S., Chung, B., H., Yun, S., C., Gwak, M., J., Noh, G., J., Lee, D., H., 2008, *Enzyme-linked immunosorbent assay, single radial immunodiffusion, and indirect methods for the detection of failure of transfer of passive immunity in dairy calves*, J. Vet. Intern. Med, 22, pp. 212-218.
- Lopez, A., J., Heinrichs A., J., 2020, *Invited review: The importance of colostrum in the newborn dairy calf*. J Dairy Sci, 105, pp. 2733-2749.
- Organisation mondiale de la santé animale 2024, *L'OMS appelle à rester vigilant face à l'augmentation de l'utilisation d'antimicrobiens chez les animaux*, Suède, visto 6 maio 2024.
- Ontsouka, E., C., Albrecht, C., Bruckmaier, R., M., 2016, *Invited review: Growth-promoting effects of colostrum in calves based on interaction with intestinal cell surface receptors and receptor-like transporters*, J. Dairy Sci. 99: pp. 4111-4123.
- Quigley, J., D., Lago, A., Chapman, C., Erickson, P., Polo, J., 2013, *Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum*, J. Dairy Sci. 96: pp. 1148-1155.
- Raboisson, D., Trillat, P., Cahuzac, C., 2016, *Failure of Passive Immune Transfert in Calves: A Meta-Analysis on the Consequences and Assessment of the Economic Impact*, PLOS ONE, 11 (3).
- Robbers, L., Jorritsma, R., Nielen, M., Koets, A., 2021, *A Scoping Review of On-Farm Colostrum Management Practices for Optimal Transfer of Immunity in Dairy Calves*, Volume 8, Article 668639.
- Skirving, R., Bottema, C., D., K., Laven R., Hue, D., T., Petrovski, K., R., 2022, *Incidence of Inadequate Transfer of Passive Immunity in Dairy Heifer Calves in South Australia*, Animals, 12, 2912.
- Smith, P., C., 1976, *Proposed Calfhood Immunization program for the Commercial Dairy Herd*, Journal of Dairy Science, Vol. 60, No. 2, pp. 294-299.
- Sustronck, B., Hoflack G., Lebrun M., Vertenten, G., 2022, *Bayesian latent class analysis of the characteristics of diagnostic tests to assess the passive immunity transfer status in neonatal Belgian Blue beef calves*, Preventive Veterinary Medicine, Volume 207.
- Tyler, J., W., Steevens, B., J., Hostetler, D., E., et al, 1999, *Colostrum IgG concentrations in Holstein and Gernsey cows*. Am Vet Res, 60, pp. 1136-1139.

Weaver, D., M., Tyler, J., W., VanMetre, D., C., Hostetler, D., E., Barrington, G., M., 2000, *Passive Transfer of Colostral Immunoglobulins in Calves*. J Vet Intern Med, 14: pp. 569-577.