



**ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA**

Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Artigo de revisão

**GESTÃO DE NOVILHAS LEITEIRAS: DO PRÉ PARTO À SUA PRIMEIRA LACTAÇÃO**

Zoé Fanny Allienor Rousseau

**Coimbra, 25 de julho 2025**



**ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA**

Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Artigo de revisão

**GESTÃO DE NOVILHAS LEITEIRAS: DO PRÉ PARTO À SUA PRIMEIRA LACTAÇÃO**

**Coimbra, julho 2025**

**Zoé Fanny Allienor Rousseau**

Constituição do Júri

Presidente do Júri: Professora Doutora Maria  
Eduarda Moreno da Silveira

Arguente: Professora Doutora Joana Leal Freire  
Quelhas Reis

Orientador: Professora Doutora Diana Margarida da  
Silva Valente

Trabalho realizado sob a orientação da Professora  
Diana Margarida de Silva Valente

Modelo 62/P02/RO-23

Sistema Interno de Garantia da Qualidade



Dissertação do Estágio Curricular do Ciclo de Estudos  
Conducente ao Grau De Mestrado em Medicina Veterinária



## Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à minha orientadora, Dra. Diana Valente, pela sua disponibilidade e ajuda na redação desta Dissertação.

Uma pequena menção também a todos os meus orientadores de estágio, com quem pude conversar livremente sobre o meu tema durante a parte prática deste ano, e a toda a equipa de cada clínica que me acolheu ao longo do ano. Uma menção especial ao Alexandre Fauriat, que, graças a uma formação recebida durante o meu estágio em Boën-sur-Lignon, me permitiu identificar os principais problemas na criação de novilhas leiteiras e me orientou na escolha do tema da minha Dissertação.

Agradeço também à minha família, especialmente aos meus pais, que me possibilitaram realizar os meus estudos. Obrigada pelo apoio incondicional. Uma atenção especial à minha avó, sempre presente para mim.

Obrigada a todos os meus queridos por acreditarem em mim ao longo de todo o meu percurso.

## Índice geral

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>2. PREPARAÇÃO PARA O PARTO</b>	<b>4</b>
2.1. PERÍODO SECO	5
2.2. CONDIÇÃO CORPORAL	6
2.3. STRESS PRÉ-PARTO	6
2.4. PATOLOGIAS	7
2.5. VACINAÇÃO	7
2.6. ALIMENTAÇÃO	8
2.7. SUPLEMENTAÇÃO	8
2.8. PARTO IMINENTE	9
<b>3. PERÍODO NÉONATAL</b>	<b>9</b>
3.1. O COLOSTRO – FONTE DE IMUNIDADE	9
3.2. SAÚDE DA VITELA	14
<b>4. ATÉ AO DESMAME</b>	<b>19</b>
4.1. ALIMENTAÇÃO LÁCTEA	19
4.2. ALIMENTAÇÃO SÓLIDA	21
4.3. CONTROLO DO GANHO MÉDIO DIÁRIO	23
4.4. DESENVOLVIMENTO FISIOLÓGICO E PREPARAÇÃO DO DESMAME	23
4.5. O DESMAME	24
<b>5. DO DESMAME ATÉ O PRIMEIRO PARTO</b>	<b>24</b>
5.1. DO DESMAME AOS SEIS MESES	25
5.2. DOS SEIS MESES ATÉ A PUBERDADE	25
5.3. PRIMEIRA GESTAÇÃO	26
5.4. ATÉ O PRIMEIRO PARTO	26
<b>6. CONCLUSÃO</b>	<b>27</b>

## Índice de figuras

Figura 1 – Relação entre o ciclo produtivo, ingestão de matéria seca e peso vivo de uma vaca de leite (Adaptado de Jurquet *et al.*, 2024).

5

## Índice de gráficos

Gráfico 1 - Composição do colostro, do leite de transição e do leite (Adaptado de Godden <i>et al.</i> , 2019).	10
Gráfico 2 - Percentagem de absorção de IgG em função do número de horas de vida de um bovino recém-nascido (Adaptado de Geiger <i>et al.</i> , 2020).	12
Gráfico 3 - Percentagem de sobrevivência de um vitelo com ou sem consolidação pulmonar na Doença Respiratória Bovina (Adaptado de: Teixeira <i>et al.</i> , 2017).	18

## Lista de siglas, símbolos e abreviaturas

AEEC: *Attaching and Effacing Escherichia coli*

AGVs: Ácidos Gordos Voláteis

BACA: Balanço Catiónico-Aniónico

BCS: *Body Condition Score*

BoCV: Coronavírus Bovino

BoRV: Rotavírus Bovino

DRB: Doença Respiratória Bovina

EHEC: *Enterohemorrhagic Escherichia coli*

EPEC: *Enteropatogenic Escherichia coli*

ETEC: *Enterotoxigenic Escherichia coli*

GM: Glândula Mamária

GMD: Ganho Médio Diário

HVB1: Herpes Vírus Bovino 1

IA: Inseminação Artificial

PI3: Parainfluenza 3

SL: Substituto de Leite

STEC: *Shigatoxin Escherichia coli*

TGI: Trato Gastro Intestinal

TIP: Transferência imunidade passiva

VRSB: Vírus Sincicial Respiratório Bovino

## Gestão de novilhas leiteiras: do pré parto à sua primeira lactação

Zoé Fanny Allienor Rousseau<sup>a</sup>, Diana Margarida de Silva Valente <sup>a,b</sup>

<sup>a</sup>Escola Universitária Vasco da Gama, Av. José R. Sousa Fernandes 197, Campus Universitário, Lordemão, 3020-210, Coimbra, Portugal (aluno.1900371@euvg.pt; [diana.valente@euvg.pt](mailto:diana.valente@euvg.pt))

<sup>b</sup> CIVG – Centro de Investigação Vasco da Gama / EUVG – Escola Universitária Vasco da Gama, Coimbra, Portugal

## Resumo

A preparação para o parto é fundamental para garantir a saúde da vaca e o bom desenvolvimento da vitela que irá nascer e que será a futura novilha leiteira. O processo começa com o momento em que termina a lactação, entre os 45 e os 60 dias antes do parto, permitindo o descanso da glândula mamária e o controlo do balanço energético. Durante esse período, é essencial manter a vaca com uma condição corporal adequada (BCS em torno de 3,5 numa escala de 1 a 5). A alimentação deve ser ajustada: baixa em energia no início do período seco e mais energética nas três semanas que antecedem o parto, a fim de preparar o sistema digestivo para a dieta de lactação. Além disso, é necessário minimizar o stress e garantir a vacinação entre 3 e 12 semanas antes do parto, melhorando a qualidade do colostro.

Após o nascimento, a ingestão imediata de colostro de boa qualidade, em quantidade adequada e com higiene, é essencial para assegurar a transferência de imunidade passiva, protegendo a vitela contra diferentes agentes patogénicos. Para o seu desempenho, a prevenção de doenças como diarreias e pneumonias é crucial. A alimentação láctea deve ser suficiente, podendo incluir leite de vaca ou leite de substituição, bem formulado, e com alto teor proteico. A introdução precoce de concentrados ricos em nutrientes fermentáveis estimula o desenvolvimento do rúmen, sendo bastante positiva, desde que seja feita com moderação para evitar acidose. Por outro lado, a adição de fibras também é importante. Estratégias de desmame progressivo ou tardio favorecem o crescimento ruminal, reduzem o stress e melhoram o desempenho da futura novilha. A ingestão de concentrado é o principal fator para o sucesso do desmame, embora outros aspetos também o possam influenciar.

A alimentação após o desmame é fundamental para o crescimento e a fertilidade das novilhas, com dietas balanceadas, com um adequado teor proteico, e uma ajustada proporção de alimentos grosseiros e concentrados. O ganho de peso deve ser de 700 a 900 g/dia antes da puberdade, e a puberdade ocorre quando a novilha atinge 40 % a 45 % do peso adulto. Para a primeira IA, o peso ideal é de 55 % do peso adulto. A condição corporal deve ser monitorizada, pois uma dieta desequilibrada pode afetar a fertilidade.

Palavras-chave: Alimentação, Desmame, Diarreias, Stress pré-parto, Imunidade passiva, Novilhas leiteiras, Pneumonias, Preparação do parto.

## Summary

Preparation for calving is essential to ensure the cow's health and the proper development of the calf that will be born and become the future dairy heifer. The process begins when lactation ends, typically between 45 and 60 days before calving. This allows the mammary gland to rest and helps control the cow's energy balance. During this period, it is crucial to maintain the cow in an adequate body condition (a BCS of around 3.5 on a scale from 1 to 5). The diet should be adjusted: low in energy at the beginning of the dry period and richer during the three weeks preceding calving, to prepare the digestive system for the lactation diet. Additionally, stress should be minimized, and vaccination should be administered between 3 and 12 weeks before calving to improve colostrum quality.

After birth, the immediate intake of high-quality colostrum, in adequate quantity and under hygienic conditions, is essential to ensure passive immunity transfer, protecting the heifer against various pathogens. To support her performance, preventing diseases such as diarrhea and pneumonia is crucial. Milk feeding should be sufficient and may include cow's milk or a well-formulated milk replacer with a high protein content. Early introduction of concentrates rich in fermentable nutrients stimulates rumen development and is highly beneficial, provided it is done in moderation to avoid acidosis. On the other hand, the inclusion of fiber is also important. Gradual or delayed weaning strategies promote rumen growth, reduce stress, and improve the performance of the future heifer. Concentrate intake is the main factor for weaning success, although other factors may also play a role.

Post-weaning feeding is key to the growth and fertility of heifers, requiring balanced diets with adequate protein levels and a proper ratio of roughage and concentrates. Weight gain should range from 700 to 900 g/day before puberty, which occurs when the heifer reaches 40 to 45% of her adult weight. For first artificial insemination (AI), the ideal weight is 55% of the adult weight. Body condition should be monitored, as an unbalanced diet may negatively affect fertility.

Keywords: Feeding, Weaning, Diarrhea, Pre-calving stress, Passive immunity, Dairy heifers, Pneumonia, Calving preparation

## 1. INTRODUÇÃO

A criação de novilhas leiteiras representa um custo significativo dentro de uma exploração, embora seja essencial (Heinrichs *et al.*, 2022). O objetivo é maximizar o desempenho da novilha minimizando os custos, existindo para isso vários pontos-chave, os quais estão relacionados, por exemplo, com a preparação da mãe para o parto. Essa preparação baseia-se em mudanças fisiológicas importantes, que é fundamental conhecer e saber gerir para garantir o futuro produtivo da novilha leiteira (Chambers *et al.*, 2022).

Ao nascer, a vitela enfrentará a pressão da vida extra-uterina. A adequada ingestão do colostro e um ambiente saudável ajudam a preservar a sua saúde, o que terá um impacto direto sobre a vitela a longo prazo, nomeadamente na sua vida produtiva e reprodutiva (Lorenz, 2021). A sua alimentação e o processo de desmame terão também um papel importante. Além disso, até ao seu primeiro parto, vários elementos são cruciais para permitir o melhor desenvolvimento possível da novilha leiteira, e nas melhores condições (Schwarzkopf *et al.*, 2022). A sua alimentação e desmame, bem como o ambiente e a prevenção das principais patologias, são alguns dos principais fatores que terão um impacto a longo prazo sobre seu desempenho (Donadio *et al.*, 2025; Osório, 2020).

## 2. PREPARAÇÃO PARA O PARTO

Durante a preparação para o parto, o mais importante é promover a saúde da vaca para permitir o nascimento da futura novilha nas melhores condições. Cada um dos aspetos a ser controlado vai ter impacto a longo prazo sobre a produtividade deste animal (Cardoso *et al.*, 2021).

O objetivo desta fase é permitir uma boa utilização de reservas corporais, reduzindo ao máximo o balanço energético negativo no fim da gestação para se preparar ao nascimento da futura novilha leiteira com o mostra a figura 1 (Jurquet *et al.*, 2024).

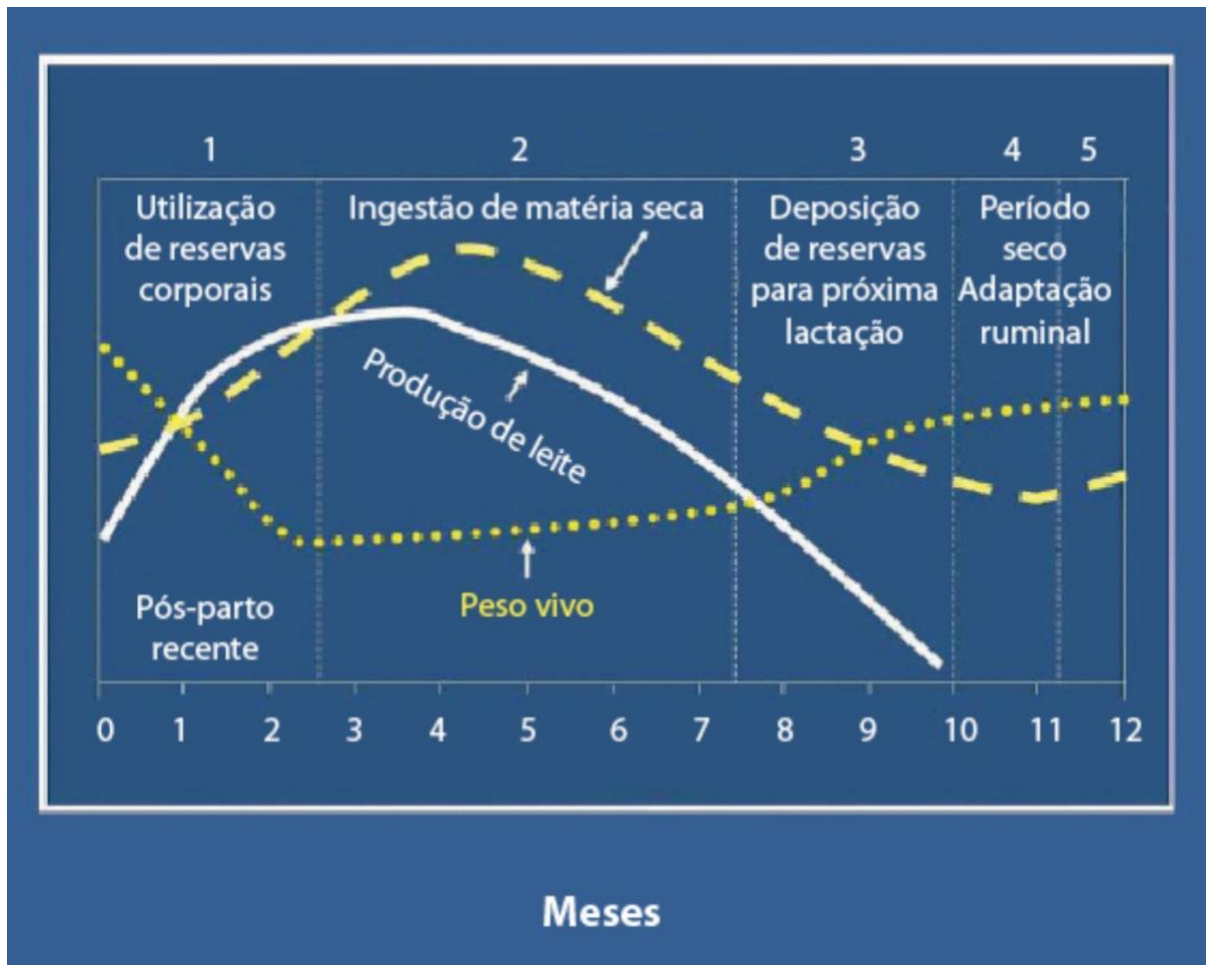


Figura 1 – Relação entre o ciclo produtivo, ingestão de matéria seca e peso vivo de uma vaca de leite (Adaptado de Jurquet *et al.*, 2024).

## 2.1. PERÍODO SECO

O período seco inicia-se quando a vaca deixa de ser ordenhada diariamente. Esta paragem faz parte integrante do ciclo produtivo e reprodutivo da vaca leiteira e é essencial. As necessidades são mais elevadas no final da gestação, pelo que se consegue uma melhor utilização energética pela vaca parando a lactação (Mion, 2023). Há vários protocolos para parar a lactação, cuja principal diferença é a duração desta paragem, embora o mais comum é que este período seja de 45 a 60 dias (Bahrami *et al.*, 2022; Ennuyer *et al.*, 2013; Mion, 2023). Um período seco mais longo pode prejudicar a vaca, mas também a futura novilha leiteira nascida nesse parto (Bahrami *et al.*, 2022).

Durante o período seco, a vaca vai diminuir a sua ingestão por causa do final da gestação e o objetivo é que a mantenha. Assim, a paragem da produção permite mais facilmente controlar o balanço

energético negativo e a condição corporal, que têm um papel extremamente importante nesta fase (Jurquet *et al.*, 2024).

No entanto, atualmente, as vacas leiteiras têm um nível de produção excepcional, sendo que parar a lactação 60 dias antes do parto pode não ser uma boa estratégia. Na verdade, parar a ordenha de forma repentina causa stress e desconforto (Ennuyer *et al.*, 2013).

## 2.2. CONDIÇÃO CORPORAL

Além de promover a saúde do neonato, uma boa condição corporal é essencial para a vaca, a sua saúde e lactação. Controlar o BCS da vaca é um dos objetivos durante esta fase. Mesmo com a diminuição da ingestão voluntária, o ideal é que próximo do parto a vaca tenha uma classificação de BCS de 3,5, numa escala de 1 a 5 (Bahrami *et al.*, 2022; Ennuyer *et al.*, 2013).

Um BCS excessivo pode ser um fator de risco para distocias ou mortalidade perinatal (Karslıoğlu, 2020; Mee, 2023). Além disso, pode causar alterações nos tecidos fetais, como o aumento da adipogénese que pode estar associada a doenças metabólicas nos vitelos (Abuelo, 2020). O BCS é indicativo do metabolismo lipídico e, ao controlar a condição corporal da vaca gestante, é possível prevenir patologias tais como a esteatose hepática ou a cetose (Wang *et al.*, 2019).

Por outro lado, uma baixa condição corporal (BCS < 3) durante a gestação, pode causar malformações congénitas, crescimento reduzido, respostas imunitárias insuficientes e um maior risco de doenças nos vitelos, com efeitos a longo prazo sobre sua vida produtiva (Abuelo, 2020).

## 2.3. STRESS PRÉ-PARTO

O período seco nas vacas leiteiras é caracterizado por múltiplos fatores de stress — como mudanças de grupo, alterações na alimentação, parto, inflamação, stress oxidativo e adaptações metabólicas — que impactam negativamente na saúde materna e neonatal (Mion, 2023). O stress pré-parto, seja de origem fisiológica ou ambiental, pode afetar a saúde dos vitelos, como demonstrado por níveis elevados de cortisol ao nascimento em vitelos que desenvolveram doenças no primeiro mês de vida (Sano *et al.*, 2023). O stress térmico, em especial no fim da gestação, associa-se a menor peso ao nascimento, subdesenvolvimento de órgãos do sistema imunitário, aumento da apoptose intestinal e menor absorção de IgG, comprometendo a imunidade neonatal (Ahmed *et al.*, 2021; Dado-Senn *et al.*, 2020). Por outro lado, estratégias para mitigar o stress térmico melhoram a ingestão alimentar, termorregulação e saúde dos vitelos (Dado-Senn *et al.*, 2020). A nível social, uma má gestão dos grupos pré-parto pode gerar conflitos e comprometer o bem-estar. Assim, recomenda-se separar vacas secas e próximas do parto, evitando transferências frequentes e misturas com novilhas (Chebel *et al.*, 2015;

Ennuyer *et al.*, 2013). Finalmente, o stress oxidativo, intensificado pela produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) e menor ingestão, contribui para disfunções placentárias e imunossupressão, afetando o desenvolvimento fetal. A suplementação com antioxidantes pode ajudar a mitigar esses efeitos (Abuelo *et al.*, 2019; Abuelo *et al.*, 2020; Somagond *et al.*, 2023).

## 2.4. PATOLOGIAS

Antes do parto, as vacas estão particularmente expostas a várias doenças metabólicas relacionadas com as mudanças fisiológicas da gestação. A febre do leite (ou hipocalcemia) é uma das doenças mais frequentes, especialmente em vacas multíparas, mas que pode ser prevenida de forma eficaz com um Balanço Catiônico-Aniônico (BACA) negativo (Vieira-Neto *et al.*, 2021). Frequentemente associada à hipofosfatemia, estas alterações aumentam o risco de distocias e de retenção placentária (Bahrami *et al.*, 2022).

Outra doença importante é a cetose, causada por uma mobilização excessiva das reservas de gordura corporal, provocada pela redução na ingestão de matéria seca nas últimas semanas de gestação, simultaneamente ao aumento das necessidades energéticas associadas ao desenvolvimento fetal e mamário. Assim, surge um aumento na concentração de ácidos gordos não esterificados (NEFA) no sangue, o que constitui um fator de risco para cetose, deslocamento de abomaso e retenção placentária (Ennuyer *et al.*, 2013). Esse desequilíbrio no metabolismo lipídico também pode afetar o crescimento da novilha após o nascimento (Abuelo, 2020; Wang *et al.*, 2019).

## 2.5. VACINAÇÃO

A vacinação pré-parto desempenha um papel fundamental na proteção dos vitelos, pois permite a produção de colostro rico em anticorpos. Em vacas vacinadas, o colostro contém imunoglobulinas específicas, direcionadas a agentes patogénicos como *Escherichia coli* enterotoxigénica (ETEC), rotavírus bovino (BoRV), coronavírus bovino (BoCV), ou *Cryptosporidium parvum*, mas também imunoglobulinas não específicas, como IgM e IgA, essenciais para a imunidade do recém-nascido (Chambers *et al.*, 2022). Os protocolos vacinais devem ser realizados entre 3 e 12 semanas antes do parto, sempre respeitando as orientações do fabricante (Viidu *et al.*, 2022). No entanto, a eficácia da vacinação depende de diversos fatores, como a escolha correta dos agentes patogénicos a serem combatidos, a aplicação ente 12 e 3 semanas antes do parto e o bom manejo do encolostramento para garantir a transferência de imunidade ao recém-nascido (Gonzalez *et al.*, 2021; Viidu *et al.*, 2022).

## 2.6. ALIMENTAÇÃO

### 2.6.1. Alimentação no início do período seco

Uma alimentação adequada durante o período seco é essencial para garantir a saúde da vaca gestante e da futura novilha leiteira. O principal objetivo é manter a condição corporal da vaca gestante, já que as modificações metabólicas, a redução da ingestão de matéria seca e a introdução de novas dietas podem favorecer o aparecimento de distúrbios metabólicos (Lallemand, 2020; Mee, 2023). Uma estratégia eficiente consiste em oferecer uma dieta com baixa densidade energética no início do período seco, mas com grande volume, para manter o volume ruminal mesmo que a ingestão vá diminuir e, assim, facilitar a recuperação rápida do apetite após o parto. Esta abordagem tem se mostrado eficaz tanto para primíparas, quanto para múltiparas (Ennuyer *et al.*, 2013).

### 2.6.2. Alimentação no fim da gestação (três semanas)

A adaptação da alimentação nas semanas que antecedem o parto é uma etapa fundamental para preparar a vaca para a lactação. No início do período seco, o volume de alimento era o ponto-chave, mas as três últimas semanas antes do parto são cruciais para introduzir a dieta de lactação. Isto permite a adaptação gradual das bactérias ruminais a uma alimentação mais rica em energia (Bahrami *et al.*, 2022; Ennuyer *et al.*, 2013; Jurquet *et al.*, 2024; Mion, 2023). Assim, a transição alimentar nesta fase é primordial. Durante o início do período seco, as papilas ruminais tendem a atrofiar devido à dieta de baixa densidade energética. Deste modo, é essencial promover a recuperação da capacidade de absorção por meio da inclusão de hidratos de carbono facilmente fermentáveis na dieta (Ennuyer *et al.*, 2013). No entanto, a capacidade de ingestão diminui progressivamente neste período, principalmente nas primíparas, o que exige um acompanhamento nutricional atento para evitar deficiências e garantir um bom desempenho no pós-parto (Jurquet, 2024).

## 2.7. SUPLEMENTAÇÃO

A utilização de um Balanço Catiônico-Aniônico negativo melhora a mobilização do cálcio, aumentando a sensibilidade à paratormona (PTH), o que ajuda a prevenir a hipocalcemia (Vieira-Neto *et al.*, 2021; Zimpel *et al.*, 2021). Esse manejo também melhora a qualidade do colostro, favorecendo a imunidade passiva do recém-nascido (Abuelo, 2020). No entanto, o uso prolongado do BACA negativo pode reduzir a ingestão voluntária e provocar uma leve acidose nos vitelos, o que justifica a limitação de sua aplicação a 21 dias antes do parto (Abuelo, 2020; Vieira-Neto *et al.*, 2021).

A suplementação com vitaminas e minerais, como vitaminas do complexo B, vitamina A, zinco, manganês, cobre e selênio, combate as deficiências nutricionais que comprometem a imunidade neonatal e aumenta a eficácia da transferência de imunoglobulinas do colostro (Alhussien *et al.*, 2021; Mee, 2023; Somagond *et al.*, 2023).

## 2.8. PARTO

Após a preparação das vacas durante várias semanas, o sucesso do parto tem um papel crucial sobre a futura novilha leiteira. De um lado, a sua sobrevivência parece ser um fator evidente, mas prevenir o stress da mãe e conhecer sinais do parto também são importantes (Antanaitis *et al.*, 2023; Fadul *et al.*, 2022).

Antes do parto, várias mudanças comportamentais são observadas na vaca (Phyo *et al.*, 2023). Cerca de dez dias antes, o tempo de ruminação diminui levemente, seguido de uma queda acentuada nas dez horas que antecedem o parto, sendo um indicador confiável de parto iminente (Antanaitis *et al.*, 2023). A alimentação e a mastigação também diminuem, principalmente no dia do parto, refletindo o stress fisiológico. A atividade aumenta, enquanto o tempo deitado é reduzido, possivelmente devido às contrações e ao desconforto. Esses sinais podem anteceder distúrbios de saúde (Fadul *et al.*, 2022). Por fim, tecnologias de monitorização, tais como sensores sobre a cauda, permitem detetar essas alterações precocemente, melhorando o manejo no período de transição e promovendo o bem-estar e o melhor desempenho das vacas (Antanaitis *et al.*, 2023). A mudança para um local individual de parto (maternidade) tem um papel importante para reduzir o stress peri-parto, pelo que o ideal seria que esta mudança acontecesse 12h a 24h antes de parto (Phyo *et al.*, 2023).

## 3. PERÍODO NEONATAL

Após o nascimento da futura novilha leiteira há pontos de controlo importantes para permitir o seu bom desenvolvimento. Os vitelos nascem com um sistema imunitário imaturo, sem globulinas, devido ao tipo de placenta da vaca, a qual apresenta cotiledonos e tem uma barreira sindesmocorial, o primeiro passo crucial é o encolostramento que contribui para a imunidade do neonato durante as suas 3 primeiras semanas de vida.

## 3.1. COLOSTRO - FONTE DE IMUNIDADE

Devido à estrutura da placenta de ruminantes, não há transferência placentária de imunoglobulinas (IgG). O colostro é, portanto, a única fonte de imunidade passiva para o vitelo, ao nascer e durante as suas 2 ou 3 primeiras semanas de vida. Ele deve ser administrado rapidamente, idealmente nas primeiras 2 horas, para garantir uma absorção ideal das IgG através do intestino delgado imaturo. Na verdade, o intestino delgado da vitela vai deixar de ser capaz de absorver adequadamente estas moléculas, rapidamente após o nascimento (Geiger, 2020). O encolostramento é o fator mais importante na sobrevivência do recém-nascido (Godden *et al.*, 2019).

### 3.1.1. Composição do colostro

O colostro é uma mistura de secreções lácteas com uma grande concentração de IgG que são acumuladas na glândula mamária durante o período seco (Godden *et al.*, 2019).

O colostro contém 90% de IgG, sendo a concentração de imunoglobulinas 250 vezes maior que o leite, como mostra o gráfico 1 (Geiger, 2020).

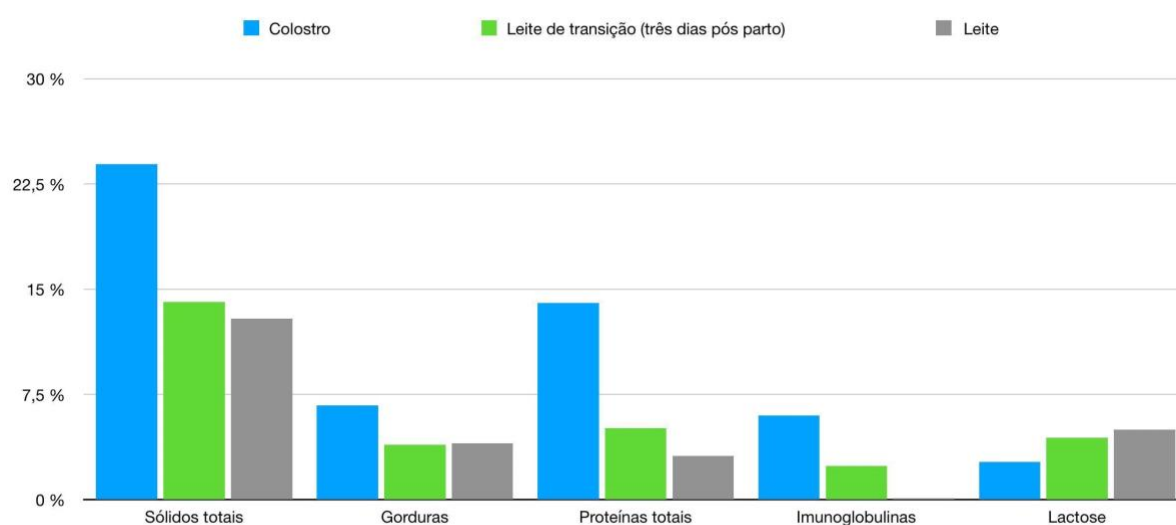


Gráfico 1 - Composição do colostro, do leite de transição e do leite (Adaptado de Godden *et al.*, 2019).

Os nutrientes e elementos imunitários do colostro são essenciais ao nascimento. Assim, este contém células como os leucócitos que estão também associados à imunidade neonatal, bem como compostos bioativos nomeadamente fatores de crescimento, hormonas ou colesterol que influenciam a maturação intestinal pós-parto (Godden *et al.*, 2019; Osorio, 2020). Todos estes elementos ingeridos vão permitir uma boa absorção do colostro e, mais tarde, do leite, permitindo o crescimento e desenvolvimento de diferentes órgãos (Hammon *et al.*, 2020).

### 3.1.2. Avaliação do colostro

Para garantir uma adequada transferência passiva de imunidade durante o encolostramento, há quatro pilares a respeitar: qualidade, quantidade, limpeza e rapidez (Geiger, 2020).

#### 3.1.2.1. Qualidade

A qualidade do colostro é influenciada por vários fatores maternos. Vacas multíparas tendem a produzir colostro mais rico, embora algumas primíparas também possam produzir colostro de alta qualidade. Na verdade, vacas multíparas tiveram contactos com agentes patogénicos desde há mais tempo do que as primíparas, enriquecendo o seu colostro (Fahey *et al.*, 2020). Além disso, o estado de saúde da vaca tem um papel importante na qualidade do colostro. Na verdade, o stress periparto (calor ou mudanças de grupo), infeções e nutrição inadequada devem ser evitados para melhorar o perfil imunológico do colostro (Geiger, 2020). Por outro lado, alterações do estado metabólico, tais como distúrbios hepáticos, desequilíbrios de cálcio ou anomalias proteicas no final da gestação também afetam negativamente a sua qualidade, bem como um período seco de menos de 30 dias ou de mais de 90 dias (Geiger, 2020; Immler *et al.*, 2021).

Um colostro de boa qualidade em vacas leiteiras deve ter uma concentração > 50 g IgG/L (Geiger, 2020; Guin *et al.*, 2024). Existe uma conversão desta concentração em Grau Brix que pode ser medido diretamente na exploração pelos produtores usando um refratómetro. Uma concentração de 50g IgG/L corresponde a 22º Brix (Guin *et al.*, 2024). Além disso, existem outras técnicas para avaliar o colostro tais como imunodifusão radial, considerada como o *Gold Standard*, ou colostro *balls* (Guin *et al.*, 2024).

A medição da qualidade não deveria ser feita diretamente com os primeiros jatos de leite porque a concentração em proteínas totais poderá ser sobrestimada (Guin *et al.*, 2024).

#### 3.1.2.2. Quantidade

Na realidade, a quantidade de colostro ingerida não é o mais importante, mas sim a quantidade de IgG absorvida ou seja pelo menos 150/200g de IgG ingerido. O volume administrado é dependente da qualidade do colostro. Depende também de outros fatores tais como o peso do vitelo, do coeficiente de eficiência de absorção aparente e da concentração sérica desejada (Geiger, 2020; Guin *et al.*, 2024; Lombard *et al.*, 2020).

O coeficiente de eficiência de absorção aparente permite avaliar o que o vitelo precisa. É a razão entre a quantidade de IgG sérica às 24 horas de vida e a quantidade de IgG ingerida. Pode variar entre 25 % e 50 %, dependendo da raça, paridade e variabilidade individual (Guin *et al.*, 2024).

### 3.1.2.3. Higiene

Estudos indicam-nos que o colostro não deve ultrapassar 100 000 UFC/mL de bactérias totais e 10 000 UFC/mL de coliformes. Na grande maioria dos casos, a contaminação vem do material de ordenha ou do operador (Geiger, 2020). A contaminação pode ser reduzida através da limpeza e higienização adequadas do úbere antes da colheita do colostro, a qual deverá ser realizada para um recipiente limpo e higienizado, e posteriormente dever-se-á transferir o colostro para equipamentos de armazenamento ou de alimentação limpos e higienizados (Godden *et al.*, 2019). A contaminação bacteriana do colostro vai reduzir a sua eficácia, mas também acelerar o fecho da barreira intestinal (Guin *et al.*, 2024).

### 3.1.2.4. Momento da administração

O momento de distribuição do colostro é, sem dúvida, o fator mais importante no sucesso da transferência de imunidade passiva (TIP). A concentração de IgG no colostro irá baixar 4% a cada hora e, além disso, a barreira intestinal do vitelo está a fechar-se com o tempo (Guin *et al.*, 2024). Na verdade, a absorção dos IgG passa de 50% ao nascimento para 30% em 6h como mostra o gráfico 2 (Geiger, 2020).

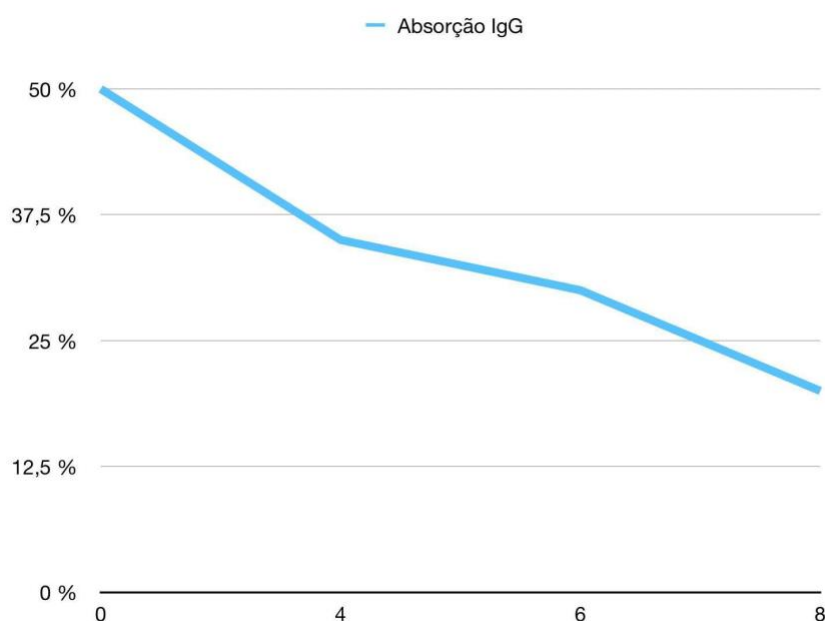


Gráfico 2 - Percentagem de absorção de IgG em função do número de horas de vida de um bovino recém-nascido (Adaptado de Geiger *et al.*, 2020).

O ideal será que o vitelo ingira, dentro de um prazo de 2h até 6h, o máximo de colostro possível (Guin *et al.*, 2024).

### 3.1.3. Avaliação da falha na transferência de imunidade passiva

É necessário avaliar a eficácia da TIP passiva na exploração. Se os objetivos não forem atingidos poderá haver distúrbios na saúde dos vitelos (Geiger, 2020). Vários autores concordam com a permissão de que a concentração sérica deve ser > 10g/L para ser aceitável (Geiger, 2020; Godden *et al.*, 2019; Lombard *et al.*, 2020). Por outro lado, há autores que afirmam que deve ser > 18g/L (Guin *et al.*, 2024).

#### 3.1.3.1. Métodos para avaliação

Estão disponíveis vários métodos para avaliar a falha na transferência da imunidade passiva nos vitelos. A amostra a utilizar pode ser de soro, plasma centrifugado e plasma filtrado. O método de referência é a técnica de imunodifusão radial (RID), mas também poderá ser realizado ELISA, eletroforese capilar, ou aplicar o refratômetro de Brix ou Refratômetro ótico, sendo todas estas técnicas consideradas fiáveis (Setter *et al.*, 2020).

Além de todas estas, está ainda disponível a técnica do Biuret que pode ser considerada mais precisa. O Biuret baseia-se na formação de quelatos de cobre pela hidrólise das proteínas em pH alcalino (Denholm *et al.*, 2021).

#### 3.1.3.2. Valores de referência

Este tipo de análise pode ser feita entre as 48h de vida até aos 7 dias (Guin *et al.*, 2024).

A transferência de imunidade passiva pode ser classificada em níveis séricos de IgG fraco (< 10g/L), adequado (10-17,9g/L), bom (18-24,9g/L) e excelente (> 25g/L). As medidas podem ser feitas com IgG, mas existe equivalente em proteínas totais ou ° Brix (Lombard *et al.*, 2020).

### 3.1.4. O colostro de substituição

Quando o colostro materno é de baixa qualidade, os substitutos de colostro podem ser uma alternativa eficaz. Mesmo que um vitelo alimentado com colostro materno de qualidade excelente tivesse níveis séricos de IgG mais altos, vitelos alimentados com colostro de substituição conseguem atingir níveis adequados (> 10g/L) de imunidade passiva, sendo este produto suficientemente eficaz (Lopez *et al.*, 2020).

### 3.1.5. Conservação do colostro

A conservação do colostro permite criar um banco para uso em situações onde a vaca não produz colostro suficiente ou de boa qualidade. Ele pode ser armazenado por 2-3 dias à temperatura ambiente, 1 semana no frigorífico ou 12-18 meses congelado, devendo ser identificado com a data e, se possível, o valor de °Brix, priorizando colostros com IgG > 90g/L (°Brix > 27°) (Guin *et al.*, 2024). É

essencial refrigerar ou congelar o colostro até 1 hora após a colheita, pois as bactérias multiplicam-se rapidamente à temperatura ambiente. O colostro cru refrigerado pode atingir contagens bacterianas elevadas em apenas 2 dias, ao contrário do colostro com conservante (Godden *et al.*, 2019). Durante o descongelamento, deve-se evitar temperaturas acima de 60°C para não desnaturar as imunoglobulinas. Mesmo com cuidado, há ligeira perda de IgG nesse processo (Guin *et al.*, 2024). O método ideal é o banho-maria a 50°C, que também ajuda a eliminar agentes patogénicos como *E. coli*, *Salmonella spp.* e *Mycoplasma bovis* sem comprometer a qualidade imunitária (Godden *et al.*, 2019).

### 3.1.6. Alimentação prolongada em colostro

A alimentação prolongada de colostro durante as duas primeiras semanas de vida, em substituição parcial do leite, pode melhorar o crescimento da vitela e reduzir a suscetibilidade a diarreia e pneumonia. Esta estratégia nutricional permite uma melhor eficiência alimentar (Kargar *et al.*, 2020).

## 3.2. SAÚDE DA VITELA

Através do colostro, e devido ao nascimento sem globulinas da vitela, é possível que esta inicie a sua vida da forma mais saudável possível. Mas, mesmo garantindo um bom encolostramento, poderá existir uma pressão de agentes patogénicos sobre a vitela que pode prejudicar a sua futura vida de novilha leiteira.

### 3.2.1. Fatores não infecciosos

Diversos fatores não patogénicos podem afetar a saúde e o desempenho da futura novilha, mas muitos deles são controláveis. A saúde materna no momento do parto é essencial: vacas múltiplas com boa condição corporal favorecem a sobrevivência e o crescimento do vitelo, geralmente oferecendo colostro de melhor qualidade e partos menos complicados (Bahrami *et al.*, 2022; Fahey *et al.*, 2020; Karslıoğlu, 2020). Fatores próprios do vitelo, como o peso ao nascimento ou o sexo, também influenciam a viabilidade neonatal (Karslıoğlu, 2020). A alimentação precoce desempenha um papel chave na prevenção da hipoglicemia, desidratação e hipotermia, sendo recomendadas várias refeições de leite (Ennuyer *et al.*, 2013). O ambiente é igualmente crucial: alojamentos individuais que permitam contato visual favorecem o ganho de peso, enquanto o alojamento em pares melhora ainda mais esse desempenho (Costa *et al.*, 2015; Donadio *et al.*, 2025). As instalações devem ser limpas, secas, abrigadas do vento e manter temperaturas adequadas, pois vitelos em ambientes sem temperatura

demasiado elevada mostram maior ingestão alimentar, melhores níveis séricos de IgG e menor stress térmico, promovendo o bem-estar geral (Dado-Senn *et al.*, 2020; Ennuyer *et al.*, 2013).

### 3.2.2 Fatores infecciosos

Existe alguma pressão de infecção por agentes patogénicos sobre o vitelo, a qual poderá ser controlada através do encolostramento e do ambiente a que o animal se encontra sujeito. Logo após o parto, para além de outros problemas de origem infecciosa, a diarreia neonatal é responsável por elevada morbidade e mortalidade. Podem ser causadas por vírus, bactérias e parasitas, geralmente de forma multifatorial (Jessop *et al.*, 2024).

#### 3.2.2.1. Diarreia neonatal

##### 3.2.2.1.1. Agentes patogénicos

As diarreias neonatais em vitelos podem ser causadas por parasitas, bactérias ou vírus, sendo o *Cryptosporidium parvum* o principal parasita envolvido. Ele afeta vitelos entre 4 e 21 dias, provocando diarreia aquosa, perda de peso e até morte, principalmente em coinfeções. A infecção ocorre pela ingestão de oocistos altamente resistentes, excretados em grandes quantidades nas fezes, contaminando o ambiente (Gull, 2022; Zolova *et al.*, 2022). Esse parasita danifica as vilosidades intestinais, levando à má absorção (Jessop *et al.*, 2024). Entre as bactérias, destacam-se *Escherichia coli* (especialmente a ETEC nos primeiros dias de vida), *Salmonella spp.*, *Clostridium perfringens* e *Clostridium difficile*. Estas provocam desde diarreia sem lesão até formas hemorrágicas, dependendo do patogruppo e da idade do vitelo (FRGDS Auvergne Rhône-Alpes, 2023; Jessop *et al.*, 2024). Quanto aos vírus, os mais relevantes são o coronavírus bovino (BCoV) e o rotavírus bovino (BRoV).

##### 3.2.2.1.2. Efeitos sobre a microbiota intestinal

Ao nascimento, o tracto gastro intestinal (TGI) das vitelas é estéril e colonizado rapidamente pela microbiota materna (Jessop *et al.*, 2024). A composição dessa microbiota evolui nas primeiras cinco semanas, sendo o colostro fundamental para uma colonização adequada (Kim *et al.*, 2021). Com o tempo, há um aumento da diversidade microbiana (Loch *et al.*, 2024), passando de bactérias como *E. coli*, *Clostridium spp.* e *Bifidobacterium spp.* para uma microbiota mais benéfica com *Bacteroides* e *Faecalibacterium* (Jessop *et al.*, 2024). Contudo, nem todas as bactérias têm efeitos positivos no desempenho das novilhas (Loch *et al.*, 2024). A ocorrência de diarreia causa disbiose, favorecendo o crescimento de agentes patogénicos como *E. coli* e *Lactobacillus spp.*, devido à acidificação do pH e ao aumento do oxigénio no TGI (Jessop *et al.*, 2024). Esses desequilíbrios provocam a inflamação e comprometem o crescimento, podendo reduzir o GMD em até 50 g/dia (Abuelo *et al.*, 2021). Além

disso, a diarreia pré-desmame pode afetar negativamente a produção de leite (-325 kg por lactação de 305 dias) e a fertilidade, aumentando o número de inseminações necessárias (Abuelo *et al.*, 2021).

### 3.2.2.1.3. Tratamento e prevenção de diarreia neonatal

#### a) Tratamentos específicos

- Bactérias

Para cada tipo de agentes patogénicos, existe geralmente um tratamento específico.

A antibioterapia pode ser usada no caso das bactérias. A via de administração, a escolha do antibiótico e a duração do tratamento vão depender do agente ou mesmo do estado geral da vitela. Se não há um diagnóstico etiológico, um antibiótico de largo espectro pode ser uma alternativa terapêutica. Em primeiro lugar, os aminoglicosídeos, a colistina ou mesmo Amoxicilina com ácido clavulânico (Francoz *et al.*, 2014).

- Parasitas

No caso de criptosporidiose, pode ser usado halofuginona, ou paromicina, cuja eficácia já foi comprovada. Na verdade, o tratamento profilático com halofuginona é eficaz na prevenção de vários efeitos negativos da criptosporidiose, melhora a saúde dos vitelos e reduz a contaminação ambiental por oocistos de *Cryptosporidium* spp. (Francoz *et al.*, 2014). Mais tarde, quando a vitela tem mais de duas semanas, a coccidiose por *Eimeria* spp. pode também ser prejudicial ao seu crescimento. Neste caso, os animais poderão ser tratados com recurso a diclazuril ou toltrazuril. Este tipo de parasitismo, em casos crónicos, pode reduzir o crescimento de quase 27kg (Reynold, 2014).

#### b) Alternativas não antibióticas na prevenção e tratamento da diarreia

Os probióticos, pré-bióticos e simbióticos aparecem como opções interessantes (Smulski *et al.*, 2020). Os pré-bióticos estimulam o crescimento de bactérias benéficas, enquanto os probióticos modulam a imunidade e impedem a colonização por agentes patogénicos (Jessop *et al.*, 2024).

#### c) Papel terapêutico do colostro

A suplementação com colostro permite reduzir a incidência de diarreia e melhora o crescimento (Jessop *et al.*, 2024; Kargar *et al.*, 2020). Administrar colostro a vitelos quando surgirem sinais clínicos de diarreia permite uma resolução mais rápida do problema, sendo que o colostro pode ter um efeito terapêutico e não apenas preventivo (Carter *et al.*, 2022).

#### d) Comportamento

Uma das chaves para garantir o sucesso da terapia em caso de diarreia é, sem dúvida, a possibilidade de reconhecer um vitelo doente antes do surgimento de sinais clínicos. Vários autores concordam que o tempo que o vitelo permanece em decúbito é um bom indicador do seu estado de saúde (Guevara-

Mann *et al.*, 2023). Os vitelos tendem a fazer mais períodos de repouso, mas mais curtos (Swartz *et al.*, 2020).

### 3.2.2.2. Pneumonia

Além da diarreia neonatal, a pneumonia é também uma das principais doenças de neonatos, estando associada a vários agentes infecciosos (Francoz *et al.*, 2014).

#### 3.2.2.2.1. Agentes patogénicos

A doença respiratória bovina (DRB) é uma doença multifatorial comum em bovinos, desencadeada por fatores de stress e infeções virais primárias que comprometem as defesas respiratórias, facilitando o aparecimento de pneumonias bacterianas (Hodgins *et al.*, 2002). O herpesvírus bovino tipo 1 (BHV1), o vírus da parainfluenza 3 (PI3) e o vírus sincicial respiratório bovino (VSRB) reduzem a imunidade local e favorecem a colonização bacteriana, sendo que o VSRB causa lesões graves como bronquiolite necrosante (Hodgins *et al.*, 2002). O coronavírus bovino (BCoV) afeta principalmente vitelos sem adequado encolostramento, provocando tosse, rinite e pneumonia (Vlasova *et al.*, 2021). Esses agentes atuam frequentemente em sinergia, agravando a doença ao permitir a instalação de bactérias oportunistas como *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida* e *Histophilus somni*, com rápida disseminação por aerossóis no rebanho (Francoz *et al.*, 2014; Hodgins *et al.*, 2002).

#### 3.2.2.2.2. Efeitos no desempenho

O diagnóstico da DRB pode ser feito por scores clínicos, como o WISC, que avalia 5 critérios com classificações de 0 a 3 cada um (positivo se  $\geq 4$ ), e o CALIF, com 6 critérios ponderados. O WISC é o mais utilizado no campo (Decaris *et al.*, 2022). A ecografia torácica é a ferramenta de referência para detetar precocemente lesões pulmonares e prever impactos sobre desempenho reprodutivo e produtivo (Dunn *et al.*, 2018; Rhodes *et al.*, 2021; Teixeira *et al.*, 2017). Como mostra o gráfico 3, vitelas com consolidação pulmonar aos 60 dias têm risco 4,7 vezes maior de refugo precoce, menor taxa de concepção na primeira IA e menor probabilidade geral de gestação, sem afetar a idade da primeira IA (Abuelo *et al.*, 2021; Teixeira *et al.*, 2017). Embora a BRD nem sempre reduza a produção na primeira lactação, perdas de até 525 kg de leite foram observadas em animais com lesões precoces (Abuelo *et al.*, 2021; Dunn *et al.*, 2018). Finalmente, quebras no ganho médio diário (até 216 g/dia) foram associadas a altos scores ultrassonográficos, especialmente em casos crónicos, enquanto scores clínicos mostraram menor correlação com o crescimento (Rhodes *et al.*, 2021).

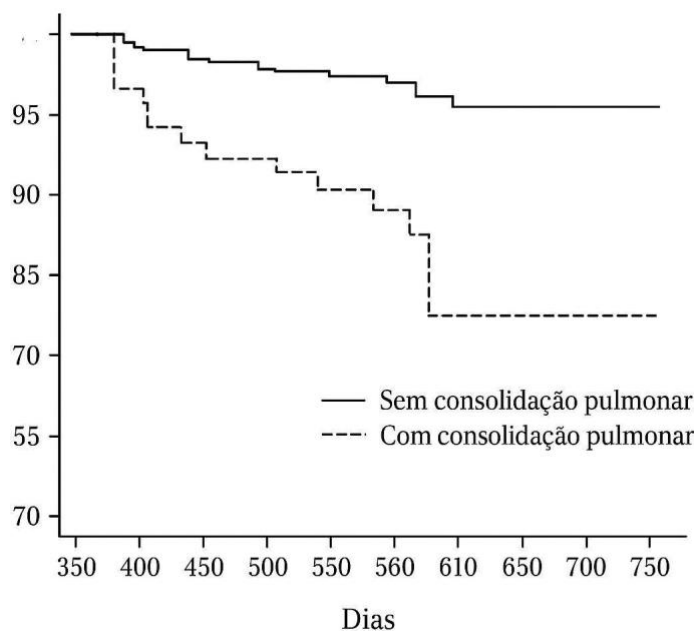


Gráfico 3 - Percentagem de sobrevivência de um vitelo com ou sem consolidação pulmonar na Doença Respiratória Bovina (Adaptado de: Teixeira *et al.*, 2017).

### 3.2.2.2.3. Tratamentos e prevenção

#### a) Tratamentos específicos

O tratamento com antibióticos de largo espectro pode ajudar na recuperação, mas a conversão alimentar, o ganho de peso e o rendimento económico podem ser gravemente comprometidos nos animais que se recuperam (Hodgins *et al.*, 2002).

#### b) Vacinas

A prevenção parece ser a melhor opção para o controlo de patologias respiratórias que podem ter impactos ao longo da vida da novilha (Hodgins *et al.*, 2002). Na fase pré desmame, em vitelos de leite, a resposta vacinal costuma ser atenuada, principalmente devido à presença de anticorpos maternos transmitidos pelo colostro (Chamorro *et al.*, 2020). No entanto, algumas vacinas conseguem superar a presença de anticorpos maternos. Verificou-se que a administração de uma vacina viva modificada, quando o animal tem um mês de idade, confere proteção significativa contra o BRSV, mesmo na presença de anticorpos maternos. Animais vacinados parecem ter menos febre, lesões pulmonares e uma carga viral 25 vezes menor (Kolb *et al.*, 2020).

As administrações de vacinas intranasais também parecem ter potencial. Apesar de não reduzirem a mortalidade nem a frequência de tratamentos para BRD, os vitelos com mais de 17 dias apresentaram

um ganho de peso adicional de 47,8 g/dia, sugerindo um benefício no bem-estar animal e redução do uso de antibióticos (Sandelin *et al.*, 2020).

De uma forma geral, vacinas vivas modificadas são mais eficazes do que as inativadas, especialmente quando administradas após o desmame e combinadas com antígenos bacterianos (Chamorro *et al.*, 2020). Estratégias alternativas como vacinas intranasais ou colostro enriquecido apresentam potencial na fase precoce, embora ainda necessitem de melhorias (Cantor *et al.*, 2021; Sandelin *et al.*, 2020).

### c) Comportamento

Como referido anteriormente, a alteração de comportamento pode ser o primeiro sinal clínico indicativo de doenças como diarreia. Por outro lado, vitelas com BRD também apresentam queda na atividade física (menos passos, menos tempo em estação e, conseqüentemente, mais tempo em decúbito) e redução do consumo de leite e alimento até 5 dias antes do diagnóstico clínico (Cantor *et al.*, 2022).

## 4. ATÉ AO DESMAME

### 4.1. ALIMENTAÇÃO LÁCTEA

No início da sua vida, a única fonte de energia para a vitela é o colostro, secreção láctea que fornece nutrientes essenciais ao crescimento da futura novilha (Lorenz, 2021). A alimentação láctea pode ser feita de várias maneiras, de acordo com a frequência das refeições, a quantidade, ou mesmo o tipo de leite usado (Ennuyer *et al.*, 2013).

#### 4.1.1. O leite, primeira fonte de energia

##### 4.1.1.1. Generalidades e importância do leite

O manejo nos primeiros dias de vida é fundamental para o bem-estar, o desempenho e a produtividade ao longo da vida da novilha leiteira (Welk *et al.*, 2023). A alimentação com leite é a base da nutrição da vitela nas primeiras semanas. Para garantir um bom desenvolvimento, recomenda-se que a vitela consuma pelo menos 10% do seu peso vivo por dia em leite (Lorenz, 2021). É importante lembrar que no início da sua vida, a vitela não tem o seu aparelho digestivo completamente desenvolvido. Na verdade, o compartimento gástrico que se encontra funcional é apenas o abomaso e o objetivo até ao desmame é permitir a evolução do animal de pré-ruminante a um animal com uma ruminação funcional (Ennuyer *et al.*, 2013).

A caseína no leite inteiro coagula no abomaso, o que retarda e facilita a digestão. Uma refeição com leite integral é digerida em cerca de 8 horas (Ennuyer *et al.*, 2013).

#### 4.1.1.2. Quantidade e frequência

Para assegurar o melhor desenvolvimento possível, o ideal seria dar 2 refeições de 2L nas primeiras semanas de vida. Mais tarde, a partir da terceira semana, o volume de leite ingerido deve começar a aumentar até 3L por refeição (Ennuyer *et al.*, 2013). No entanto, é importante lembrar que as novilhas muito jovens (< 4 semanas) têm capacidade limitada para consumir grandes volumes numa única refeição (Welk *et al.*, 2023). Então, a partir de um mês de idade, e para facilitar o trabalho do produtor, é possível reduzir o número de refeições, aumentando o volume ingerido (Wu *et al.*, 2021).

Além disso, frequência mais baixa pode aumentar a sensação de fome, reduzir a ingestão de leite em vitelos jovens e estimular a ingestão de alimento concentrado (Welk *et al.*, 2023). Por outro lado, um estudo mais recente mostra que a frequência parece não ter um efeito significativo (Ahmadi *et al.*, 2022).

A alimentação láctea intensiva, especialmente *ad libitum* ou próxima de 8L/dia, permite ganhos de peso superiores a 1 kg/dia, favorecendo o desenvolvimento de tecido muscular em vez de gordura (Lorenz, 2021). Quando combinada com alimento concentrado, melhora a produção na primeira lactação e antecipa a idade da primeira inseminação (Ahmadi *et al.*, 2022; Gelsinger *et al.*, 2016; Rincker *et al.*, 2011).

#### 4.1.2. Produtos lácteos disponíveis

Existem vários produtos alternativos durante a alimentação láctea da novilha. Assim, pode ser dado leite inteiro, ou substitutos de leite (SL) que poderiam ter composições muito diferentes entre eles. Independentemente da opção escolhida, ela deve ser benéfica para o crescimento da novilha e fornecer todos os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento (Ennuyer *et al.*, 2013).

As proteínas contidas dentro dos substitutos podem ser a caseína, proteínas vegetais, que têm uma digestibilidade muito variável (83% a 92%), ou ainda proteínas solúveis que não coagulam no abomaso e serão digeridas muito rapidamente, contrariamente ao que acontece com a caseína (Ennuyer *et al.*, 2013). Mesmo que a digestão de algumas proteínas seja rápida, não significa que o crescimento e a eficácia alimentar sejam menores. Na verdade, estudos mais recentes comprovam que podem ser semelhantes com leite inteiro ou substitutos do leite (Theeruth, 2021). Há estudos que comprovam que o nutriente mais importante no leite são as proteínas, e mostra que o crescimento e a eficiência alimentar dos vitelos são ideais com 26% de proteína no alimento de aleitamento (Theeruth, 2021). Outros estudos revelaram que novilhas alimentadas com SL rico em lactose ou proteínas apresentaram

melhor desempenho do que os alimentados com leite integral reconstituído, apresentando menor incidência de diarreia (Willis *et al.*, 2022).

#### 4.1.3. Boas práticas

É primordial que todo o material usado para o aleitamento seja o mais limpo possível. Cada balde ou tetina tem de ser lavado e seco entre cada utilização (Ennuyer *et al.*, 2013).

Na fase inicial da vida da vitela, o rúmen está demasiado pequeno em comparação com o abomaso. Quando a vitela é alimentada com leite, uma estrutura chamada de goteira esofágica vai permitir a passagem do leite diretamente para o abomaso. Mas pode ocorrer um inadequado encerramento da goteira. As causas são múltiplas: diarreias neonatais, más práticas de alimentação, tais como o leite frio, a alimentação em balde e alimentação forçada (Francoz *et al.*, 2014). O defeito de encerramento da goteira esofágica pode provocar distúrbios internos. O leite, que vai cair diretamente no rúmen em vez de cair no abomaso, vai fermentar provocando uma indigestão crónica, também designada de *Ruminal Drinker*. É uma patologia muito frequente nas vitelas alimentadas com substitutos de leite, a qual origina acidificação ruminal, com conseqüente desconforto para o vitelo (Francoz *et al.*, 2014). Para garantir um bom encerramento da goteira esofágica e uma digestão adequada, o leite deve ser oferecido perto de 40°C, com baldes com tetinas para permitir a sucção (Ennuyer *et al.*, 2013; Guin *et al.*, 2024).

#### 4.1.5. Alimentação com leite descartado

O leite descartado, não comercializável, é muitas vezes usado por produtores para alimentar vitelas, apesar de poder conter resíduos de antimicrobianos (Ennuyer *et al.*, 2013). Esse uso pode alterar profundamente o microbioma intestinal, com mudanças nas populações bacterianas em várias porções do trato digestivo, incluindo substituição por géneros como *Clostridium* (Deng *et al.*, 2017; Firth *et al.*, 2021). Contudo, alguns estudos com leite descartado pasteurizado não observaram alterações significativas (Maynou *et al.*, 2019). Diante da crescente preocupação com a resistência antimicrobiana, a seleção de bactérias resistentes é um risco relevante (Firth *et al.*, 2021). Apesar disso, o leite descartado pode melhorar o crescimento e indicadores de saúde nas vitelas (Firth *et al.*, 2021).

## 4.2. ALIMENTAÇÃO SÓLIDA

Além da alimentação láctea, as vitelas vão começar a ter uma alimentação sólida desde o início da sua vida, mesmo que inicialmente não comam muito. Isto vai permitir o seu crescimento e desenvolvimento, aumentando o peso e permitindo desenvolver o aparelho digestivo e mamário. A introdução da alimentação sólida em vitelas antes do desmame é essencial para promover o

desenvolvimento do rúmen, garantir um bom crescimento e otimizar o desempenho futuro. Desde os primeiros dias de vida, recomenda-se oferecer alimento concentrado inicial (também chamado *starter*), rico em proteínas (entre 19,9 % e 24,3 % de proteína bruta, na matéria seca) e energia, mas que seja sobretudo palatável. Quanto mais palatável e acessível for este alimento desde cedo, maior será o estímulo à ingestão de sólidos, o que acelera a transição para a autonomia alimentar (Davis Rincker *et al.*, 2011).

A introdução de hidratos de carbono facilmente fermentáveis estimula a produção de ácidos gordos voláteis (AGV), especialmente de butirato, essencial para o espessamento da parede ruminal e desenvolvimento das papilas. Dietas à base de milho e trigo favorecem mais o crescimento ruminal do que as que são baseadas em aveia e cevada (Diao *et al.*, 2019).

A eficácia do *starter* também pode depender do processamento dos cereais utilizados. Vitelas alimentadas com alimento concentrado contendo milho flocado a vapor, apresentaram melhor desempenho, maior ganho de peso, melhor digestibilidade de nutrientes e fermentação ruminal mais ativa que as vitelas alimentadas com milho moído. Esses benefícios foram observados independentemente da idade de desmame, indicando que a qualidade do alimento concentrado sólido é um fator-chave para o desempenho (Rahimi *et al.*, 2023). Esse tratamento térmico e mecânico permite uma melhor digestibilidade e previne acidose subclínica através da ingestão de saliva (Ennuyer *et al.*, 2013).

A introdução de forragem em pequenas quantidades também é benéfica, embora os seus efeitos no desenvolvimento do rúmen sejam limitados em comparação aos hidratos de carbono facilmente fermentáveis. Apesar disso, a forragem estimula a mastigação e a salivação, reduz comportamentos orais não nutritivos, estabiliza o pH ruminal e favorece a diversidade bacteriana (Diao *et al.*, 2019).

Por fim, é essencial prestar atenção ao tamanho das partículas dos alimentos sólidos. Partículas muito finas podem prejudicar a diversidade microbiana do rúmen. Um tamanho de partícula intermédio permite um bom equilíbrio entre a eficiência digestiva e o desenvolvimento anatômico do rúmen. Assim, o ideal é oferecer desde cedo um concentrado sólido bem formulado, palatável, com estrutura adequada, acompanhado por uma forragem de boa qualidade (Lorenz, 2021).

No entanto, deve-se evitar alimentos muito fermentáveis que podem prejudicar a saúde da vitela e provocar acidose subclínica (Steele *et al.*, 2016). Além disso, devem ser tomadas as devidas precauções relativamente à ureia, pois a vitela não a consegue utilizar (Ennuyer *et al.*, 2013). O uso económico da silagem de milho nesta fase deve ser evitado, pois a novilha leiteira ainda não está apta, nesta fase, a digerir a silagem de milho (Ennuyer *et al.*, 2013).

## 4.3. CONTROLAR O GANHO MÉDIO DIÁRIO

Durante esta fase crucial, onde qualquer distúrbio poderá ter efeitos a longo prazo, é necessário ter um parâmetro representativo do desempenho da novilha. Através de todos os pontos chave já estudados, verificamos que o ponto de referência é o ganho de peso médio diário (GMD). Durante esta fase, vários autores concordam que o GMD deverá ser no mínimo de 900 g/dia (Erickson *et al.*, 2020; Ennuyer *et al.*, 2013).

Além deste período dos dois primeiros meses, o controlo do peso é também um ponto importante para permitir a puberdade, a reprodução e, assim, o seu primeiro parto o mais cedo possível (Ennuyer *et al.*, 2013). Todos os parâmetros já mencionados têm um papel crucial no crescimento da novilha. Na verdade, dados como o peso ao nascimento, o consumo de leite e a ocorrência de doenças influenciam fortemente o crescimento até os 400 dias. Usar esses indicadores pode permitir a seleção antecipada das novilhas mais promissoras (Hurst *et al.*, 2021). A medição deve ser idealmente feita a cada semana para permitir um acompanhamento regular (Ennuyer *et al.*, 2013).

## 4.4. DESENVOLVIMENTO FISIOLÓGICO E PREPARAÇÃO DO DESMAME

### 4.4.1. Desenvolvimento do sistema digestivo

O rúmen dos vitelos recém-nascidos é uma estrutura funcionalmente inativa, com parede fina, pouca musculatura e papilas ruminais ainda não desenvolvidas. Apesar disso o epitélio do rúmen encontra-se desenvolvido e atua como barreira protetora contra agentes patogénicos e toxinas (Aschenbach *et al.*, 2019; Baaske *et al.*, 2020). Assim, o seu crescimento anatómico começa nas primeiras semanas de vida, estimulado principalmente pela ingestão de alimentos sólidos fermentáveis (Davis Rincker *et al.*, 2011). Como referido anteriormente, a presença de alimentos concentrados na dieta promove a produção de ácidos gordos voláteis (AGVs), especialmente o butirato, que atua como principal indutor da proliferação celular, diferenciação do epitélio e alongamento das papilas ruminais (Diao *et al.*, 2019; Pokhrel *et al.*, 2024). A presença de fibra, por exemplo, no feno, estimula também o desenvolvimento muscular do rúmen, essencial para sua motilidade, mas também previne acidose através do aumento da salivação (Aschenbach *et al.*, 2019; Khan *et al.*, 2016). As lesões de acidose podem prejudicar a vitela originando lesões persistentes (van Niekerk *et al.*, 2021). A alimentação sólida tem um papel crucial no desenvolvimento do sistema digestivo, sobretudo do rúmen. Caso o animal seja alimentado exclusivamente com leite, o desenvolvimento será muito menor (Heinrichs *et al.*, 2005).

#### 4.4.2. Desenvolvimento da glândula mamária

Os 90 primeiros dias de vida são cruciais para o desenvolvimento da glândula mamária (GM) e o futuro potencial produtivo de leite. Durante esse período, a GM aumenta mais de 60 vezes em tamanho. Existe uma influência hormonal durante o crescimento, estando envolvidas hormonas, tais como a progesterona e o estrogénio (Geiger, 2019).

A nutrição tem também um papel importante nas 8 primeiras semanas, pois sendo rica em proteínas e lípidos pode ter efeitos a longo prazo. Na verdade, com esta alimentação, o efeito dos estrogénios sobre a GM é potenciado e multiplica por 7 o peso do parênquima mamário, bem como estimula a criação de ramificações. O efeito dos estrogénios sobre a GM é potenciado em vitelas com uma alimentação rica em proteínas e lípidos. O desenvolvimento mamário ideal parece estar ligado a uma interação positiva entre nutrição e as hormonas (Geiger, 2019).

#### 4.5. O DESMAME

A idade do desmame influencia o desenvolvimento ruminal, sendo o desmame após 8 semanas, especialmente com alimentação láctea intensiva, associado a melhor desempenho (Ennuyer *et al.*, 2013; Schwarzkopf *et al.*, 2022; Welk *et al.*, 2024). Quanto à estratégia de desmame, a forma progressiva favorece a digestão de fibras, melhora a estabilidade ruminal, reduz o stress e melhora o crescimento, enquanto o desmame abrupto pode induzir acidose e menor desenvolvimento das papilas ruminais (Bittar *et al.*, 2020; Klopp *et al.*, 2019; Niekerk *et al.*, 2021; Schwarzkopf *et al.*, 2022; Welk *et al.*, 2024; Wolfe *et al.*, 2023). A ingestão de concentrado também é chave: 2 kg/dia indica prontidão para desmame e está associada a melhor crescimento (Bittar *et al.*, 2020; Ennuyer *et al.*, 2013; Welk *et al.*, 2024). Por fim, o desmame é um momento de stress, mas mesmo em vitelas em contacto com a mãe, o ganho de peso foi positivo (Nicolao *et al.*, 2020).

### 5. DO DESMAME ATÉ O PRIMEIRO PARTO

Uma vez chegada a fase pós-desmame, o futuro da novilha leiteira está quase determinado, mas o controlo do peso continua a ser um fator-chave de desempenho para corrigir se necessário. É esse mesmo peso que vai determinar a puberdade, o início da reprodução e a idade do primeiro parto (Heinrichs *et al.*, 2022; Hurst *et al.*, 2021).

## 5.1. DO DESMAME AOS SEIS MESES

Estudos recentes mostram que a alimentação pós-desmame é essencial para otimizar o crescimento, a saúde, a fertilidade e a produtividade futura das novilhas. Uma abordagem de alimentação de precisão (*Precision Feeding*) é recomendada para ajustar os nutrientes às reais necessidades dos animais (Erickson *et al.*, 2020). Os objetivos de crescimento são de 700 até 900 g/d antes da puberdade. (Erickson *et al.*, 2020). Novilhas que tinham crescimento maior dentro deste período tiveram uma vida produtiva mais longa (Ennuyer *et al.*, 2013).

A alimentação adequada após o desmame melhora o crescimento, a fertilidade e a sustentabilidade dos rebanhos (Silva *et al.*, 2022). Após o desmame, é essencial fornecer às novilhas dietas balanceadas com teores equilibrados de energia e proteína. Uma dieta rica em proteína melhora significativamente o score corporal, o crescimento e antecipa a puberdade (Silva *et al.*, 2022). No entanto, a relação entre alimento grosseiro e concentrado deve ser ajustada conforme a fase de crescimento e os objetivos de desempenho. Alimentos grosseiros ricos em fibra, como palha de milho ou trigo são estratégias eficazes para controlar o consumo energético e limitar o ganho de peso excessivo que podem prejudicar a sua produção leiteira (Erickson *et al.*, 2020). No caso de desequilíbrios alimentares ou atraso de crescimento, as novilhas poderiam compensar mais tarde o atraso, mas não o desenvolvimento ósseo que prejudica a sua fertilidade e o seu desempenho reprodutivo (Silva *et al.*, 2022).

Alguns aditivos alimentares como o butirato de sódio destacam-se por melhorar a eficiência alimentar e reduzir a carga de coccídeos, especialmente em doses baixas (Erickson *et al.*, 2020).

## 5.2. DOS SEIS MESES ATÉ À PUBERDADE

### 5.2.1. Crescimento

Mais uma vez, o ganho de peso diário continua a ser o fator mais importante a ser controlado. Ao contrário da fase anterior, ele deve ser ligeiramente menor, entre 600 e 800 g por dia. Na verdade, no período pré-puberal, um crescimento elevado aumenta o peso da glândula mamária, mas em tecido adiposo e não em parênquima (Ennuyer *et al.*, 2013).

### 5.2.2. A puberdade

A puberdade ocorre quando a novilha atinge um certo nível de peso. Muitos autores concordam que é necessário alcançar um mínimo de 40 % a 45 % do peso corporal adulto (Ennuyer *et al.*, 2013; Hurst *et al.*, 2021). Este peso corresponde aos 9/10 meses para uma novilha de raça Holstein, mas a idade

dos 40 % a 45 % do peso vivo depende da raça e é muito variável, até 16 meses para novilhas de raça Montbéliarde (Ennuyer *et al.*, 2013).

### 5.3. PRIMEIRA GESTAÇÃO

Quando a novilha atingiu a puberdade, com um peso vivo de 40 % a 45 % do peso adulto, teve de esperar alguns meses para permitir a primeira inseminação artificial e a primeira concepção. Para alcançar um objetivo de primeiro parto aos 24 meses, a concepção deveria ocorrer dentro dos 15 meses, o que permite quase 6 meses para ganhar peso e ter uma atividade ovárica cíclica. Durante esse período, o GMD deverá estar perto dos 800 g/dia (Ennuyer *et al.*, 2013; Molano *et al.*, 2023).

O peso vivo recomendado, mesmo que a novilha já esteja em atividade reprodutiva, é 55% do seu peso vivo adulto (Molano *et al.*, 2023). Há também outros autores que afirmam que um peso corporal de 300 kg antes da estação reprodutiva é necessário para alcançar cerca de 80 % de probabilidade de concepção (Silva *et al.*, 2022). Outros afirmam que o peso não deveria ser menos de 420 kg para facilitar mais tarde o parto (Ennuyer *et al.*, 2013).

### 5.4. ATÉ O PRIMEIRO PARTO

O objetivo é geralmente ter um primeiro parto aos 24 meses, mesmo que na realidade seja um objetivo difícil a atingir. O GMD é crucial, mas se todas as fases anteriores forem respeitadas, o objetivo poderá ser alcançado. A preparação do parto deverá ser feita exatamente da mesma maneira que para a sua mãe. O grande volume de alimento permite controlar o consumo energético, a condição corporal e também manter um nível de ingestão aceitável (Erickson *et al.*, 2020). As primíparas vão ter uma diminuição de ingestão muito mais forte do que as múltiparas. O controlo da condição corporal é mais um desafio para as novilhas (Jurquet, 2024). Em termos de consequências, a condição corporal dentro deste período pode ter repercussões sobre a vida reprodutiva da novilha que vai nascer. Uma baixa condição corporal pode retardar o surgimento do estro em quase 20 dias (Ennuyer *et al.*, 2013).

No entanto, ao contrário das múltiparas, uma dieta com um BACA negativo pode ser útil para as novilhas, mas não deve ser muito elevada (Zimpel *et al.*, 2021). Outros afirmam que poderá ser mesmo prejudicial no seu desempenho (Jurquet, 2024).

#### 5.4.2. Idade ao primeiro parto e consequências

A produção de leite em 305 dias não está relacionada com a idade do primeiro parto nem com o peso, mas as novilhas que pariram mais jovens (antes dos 22,5 meses) apresentaram uma produção média superior durante a primeira lactação (Kusaka *et al.*, 2022).

## 6. CONCLUSÃO

O bom desenvolvimento das novilhas leiteiras começa ainda antes do nascimento, com cuidados especiais com a vaca durante o período seco, antes do parto. A alimentação, a suplementação nutricional, os cuidados com a saúde e o bem-estar da mãe influenciam diretamente o desempenho da futura novilha. No momento do nascimento, é muito importante dar um colostro de boa qualidade, na quantidade certa e o mais rápido possível para garantir imunidade e sobrevivência. Isso ajuda a proteger o recém-nascido contra doenças como a diarreia e a pneumonia. Boas práticas de manejo e vacinação também ajudam a manter a saúde dos animais.

Após o nascimento, alimentação láctea e a principal fonte de energia para o vitelo sendo o abomaso o único compartimento gástrico funcional nesta fase. Até o desmame, o objectivo é tornar a vitela de pré ruminante para ruminante. A introdução precoce da alimentação sólida permite um melhor desenvolvimento ruminal e um maior GMD. O desmame deve ser feito de forma progressiva para evitar stress. Depois do desmame, é importante continuar com uma alimentação equilibrada para que a novilha cresça bem, atinja a puberdade no momento certo e esteja pronta para o primeiro parto em boas condições.

Em resumo, cuidar da saúde, da alimentação e do bem-estar das novilhas em todas as fases da vida é essencial para obter vacas saudáveis e produtivas no futuro.

## Lista de referências

- 1) Abuelo, A., Cullens, F. et Brester, J.L. (2021) 'Effect of preweaning disease on the reproductive performance and first-lactation milk production of heifers in a large dairy herd', *Journal Of Dairy Science*, 104(6), p. 7008-7017. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19791>.
- 2) Abuelo, A. (2020) 'Symposium review: Late-gestation maternal factors affecting the health and development of dairy calves', *Journal Of Dairy Science*, 103(4), p. 3882-3893. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17278>.
- 3) Abuelo, A. et al. (2019) 'Redox Biology in Transition Periods of Dairy Cattle : Role in the Health of Periparturient and Neonatal Animals', *Antioxidants*, 8(1), p. 20. <https://doi.org/10.3390/antiox8010020>.
- 4) Ahmadi, F. et al. (2022) 'Effects of different milk feeding levels and frequencies on performance of Holstein heifers during weaning and first lactation', *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22560-y>.
- 5) Ahmed, B.M.S. et al. (2021) 'Maternal heat stress reduces body and organ growth in calves : Relationship to immune status', *JDS Communications*, 2(5), p. 295-299. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2021-0098>.
- 6) Alhussien, M.N. et al. (2021) 'Supplementation of antioxidant micronutrients reduces stress and improves immune function/response in periparturient dairy cows and their calves', *Journal Of Trace Elements In Medicine And Biology*, 65, p. 126718. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2021.126718>.
- 7) Antanaitis, R. et al. (2023) 'Ruminating, Eating, and Locomotion Behavior Registered by Innovative Technologies around Calving in Dairy Cows', *Animals*, 13(7), p. 1257. <https://doi.org/10.3390/ani13071257>.
- 8) Aschenbach, J.R. et al. (2018) 'Symposium review : The importance of the ruminal epithelial barrier for a healthy and productive cow', *Journal Of Dairy Science*, 102(2), p. 1866-1882. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15243>.
- 9) Baaske, L., Gäbel, G. et Dengler, F. (2020) 'Ruminal epithelium : a checkpoint for cattle health', *Journal Of Dairy Research*, 87(3), p. 322-329. <https://doi.org/10.1017/s0022029920000369>.

- 10) Bahrami-Yekdangi, M. *et al.* (2022) 'Identification of cow-level risk factors and associations of selected blood macro-minerals at parturition with dystocia and stillbirth in Holstein dairy cows', *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09928-w>.
- 11) Bittar, C.M.M. *et al.* (2020) 'Gradual weaning does not improve performance for calves with low starter intake at the beginning of the weaning process', *Journal Of Dairy Science*, 103(5), p. 4672-4680. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17614>.
- 12) Cantor, M.C., Renaud, D.L. et Costa, J.H.C. (2021) 'Nutraceutical intervention with colostrum replacer : Can we reduce disease hazard, ameliorate disease severity, and improve performance in preweaned dairy calves ? ', *Journal Of Dairy Science*, 104(6), p. 7168-7176. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19654>.
- 13) Cardoso, C.L. *et al.* (2021) 'Ante-Natal and Post-Natal Influences on Neonatal Immunity, Growth and Puberty of Calves—A Review', *Animals*, 11(5), p. 1212. <https://doi.org/10.3390/ani11051212>.
- 14) Carter, H.S.M. *et al.* (2022) 'Evaluating the effectiveness of colostrum as a therapy for diarrhea in preweaned calves', *Journal Of Dairy Science*, 105(12), p. 9982-9994. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22187>.
- 15) Chambers, G.P. *et al.* (2022) 'Impact of prepartum administration of a vaccine against infectious calf diarrhea on nonspecific colostrum immunoglobulin concentrations of dairy cows', *Journal Of Animal Science*, 100(8). <https://doi.org/10.1093/jas/skac212>.
- 16) Chamorro, M.F. et Palomares, R.A. (2020) 'Bovine respiratory disease vaccination against viral pathogens', *Veterinary Clinics Of North America Food Animal Practice*, 36(2), p. 461-472. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2020.03.006>.
- 17) Chebel, R.C., Silva, P.R.B., Lobeck-Luchterhand, K., Endres, M.I. and Liboreiro, D.N., (2015). 'Grouping strategies for dry and fresh cows to optimize health and performance'. *Proceedings of the Tri-State Dairy Nutrition Conference*, p. 65–82.
- 18) Costa, J.H.C. *et al.* (2015b) 'Early pair housing increases solid feed intake and weight gains in dairy calves', *Journal Of Dairy Science*, 98(9), p. 6381-6386. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9395>.
- 19) Dado-Senn, B. *et al.* (2020) 'Pre- and postnatal heat stress abatement affects dairy calf thermoregulation and performance', *Journal Of Dairy Science*, 103(5), p. 4822-4837. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17926>.

- 20) Decaris, N. *et al.* (2022) 'Diagnostic accuracy of Wisconsin and California scoring systems to detect bovine respiratory disease in preweaning dairy calves under subtropical environmental conditions', *Journal Of Dairy Science*, 105(9), p. 7750-7763. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21491>.
- 21) Deng, Y.F. *et al.* (2017) 'Influence of dairy by-product waste milk on the microbiomes of different gastrointestinal tract components in pre-weaned dairy calves', *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/srep42689>.
- 22) Denholm, K. *et al.* (2021) 'Comparison of tests for failure of passive transfer in neonatal calf serum using total protein refractometry and the biuret method', *Preventive Veterinary Medicine*, 189, p. 105290. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105290>.
- 23) Diao, Q., Zhang, R. et Fu, T. (2019) 'Review of Strategies to Promote Rumen Development in Calves', *Animals*, 9(8), p. 490. <https://doi.org/10.3390/ani9080490>.
- 24) Donadio, J.P. *et al.* (2024) 'A meta-analysis approach to evaluate the effects of early group housing on calf performance, health and behavior during the preweaning period', *Journal Of Dairy Science* [Preprint]. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25159>.
- 25) Dunn, T.R. *et al.* (2018) 'The effect of lung consolidation, as determined by ultrasonography, on first-lactation milk production in Holstein dairy calves', *Journal Of Dairy Science*, 101(6), p. 5404-5410. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13870>.
- 26) Ennuyer, M. et Laumonnier, G. (2013) 'Gestion de l'élevage bovin laitier'. *Med'Com*, p. 75–84, 79–82, 217, 380–392, 388–390, 401, 425–427, 430.
- 27) Erickson, P.S. *et al.* (2020) 'Symposium review : Strategies to improve the efficiency and profitability of heifer raising', *Journal Of Dairy Science*, 103(6), p. 5700-5708. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17419>.
- 28) Fadul, M. *et al.* (2022) 'Assessment of feeding, ruminating and locomotion behaviors in dairy cows around calving – a retrospective clinical study to early detect spontaneous disease appearance', *PLoS ONE*, 17(3), p. e0264834. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264834>.
- 29) Fahey, M.J. *et al.* (2019) 'Characterization of the colostrum and transition milk proteomes from primiparous and multiparous Holstein dairy cows', *Journal Of Dairy Science*, 103(2), p. 1993-2005. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17094>.
- 30) Firth, C. *et al.* (2021) 'The Effects of Feeding Waste Milk Containing Antimicrobial Residues on Dairy Calf Health', *Pathogens*, 10(2), p. 112. <https://doi.org/10.3390/pathogens10020112>.

- 31) Francoz, D., et Couture, Y. (2014). 'Manuel de médecine des bovins', *Med'Com*, p. 668, 672–674, 679.
- 32) FRGDS Auvergne-Rhône-Alpes. (2023). Pourquoi et comment gérer les diarrhées des veaux d'origine infectieuse. <https://www.frgdsaura.fr/pourquoi-et-comment-gerer-les-diarrhees-des-veaux-dorigine-infectieuse.html>
- 33) Geiger, A.J. (2020) 'Colostrum : back to basics with immunoglobulins', *Journal Of Animal Science*, 98(Supplement\_1), p. S126-S132. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa142>.
- 34) Geiger, A.J. (2019) 'Review : The pre-pubertal bovine mammary gland : unlocking the potential of the future herd', *Animal*, 13, p. s4-s10. <https://doi.org/10.1017/s1751731119001204>.
- 35) Gelsinger, S.L., Heinrichs, A.J. et Jones, C.M. (2016) 'A meta-analysis of the effects of preweaned calf nutrition and growth on first-lactation performance', *Journal Of Dairy Science*, 99(8), p. 6206-6214. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10744>.
- 36) Godden, S.M., Lombard, J.E. et Woolums, A.R. (2019) 'Colostrum Management for Dairy Calves', *Veterinary Clinics Of North America Food Animal Practice*, 35(3), p. 535-556. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005>.
- 37) Gonzalez, R. *et al.* (2021) 'The Specific Immune Response after Vaccination against Neonatal Calf Diarrhoea Differs between Apparent Similar Vaccines in a Case Study', *Animals*, 11(5), p. 1238. <https://doi.org/10.3390/ani11051238>.
- 38) Guevara-Mann, D., Renaud, D.L. et Cantor, M.C. (2023) 'Activity behaviors and relative changes in activity patterns recorded by precision technology were associated with diarrhea status in individually housed calves', *Journal Of Dairy Science*, 106(12), p. 9366-9376. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23380>.
- 39) Guin, B., et Hanzen, C. (2024). 'Protocole d'investigation d'un échec de transfert d'immunité passive (ETIP)'. *Bulletin des GTV*, 114, 33–42. Société nationale des Groupements techniques vétérinaires. <https://hdl.handle.net/2268/321507>
- 40) Gull, T. (2022) 'Bacterial Causes of Intestinal Disease in Dairy Calves', *Veterinary Clinics Of North America Food Animal Practice*, 38(1), p. 107-119. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2021.11.008>.
- 41) Hammon, H.M. *et al.* (2020) 'Review: Importance of colostrum supply and milk feeding intensity on gastrointestinal and systemic development in calves', *Animal*, 14, p. s133-s143. <https://doi.org/10.1017/s1751731119003148>.

- 42) Heinrichs, J. et Jones, C.M. (2022) 'Monitoring dairy Heifer growth', *PennStateExtension*.  
<https://extension.psu.edu/monitoring-dairy-heifer-growth>.
- 43) Heinrichs, A. J., et Lesmeister, K. E. (2005). 'Rumen development in the dairy calf', *Advances in Dairy Technology*, 17, p. 179–187.
- 44) Hodgins, D.C., Conlon, J.A. et Shewen, P.E. (2002) 'Respiratory Viruses and Bacteria in Cattle', *ASM Press*, p. 213-229. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK2480/>
- 45) Hurst, T.S., Lopez-Villalobos, N. et Boerman, J.P. (2020) 'Predictive equations for early-life indicators of future body weight in Holstein dairy heifers', *Journal Of Dairy Science*, 104(1), p. 736-749. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18560>.
- 46) Immler, M. et al. (2021) 'Associations between the metabolic status of the cow and colostrum quality as determined by Brix refractometry', *Journal Of Dairy Science*, 104(9), p. 10131-10142. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19812>.
- 47) Jessop, E. et al. (2024) 'Neonatal Calf Diarrhea and Gastrointestinal Microbiota : Etiologic Agents and Microbiota Manipulation for Treatment and Prevention of Diarrhea', *Veterinary Sciences*, 11(3), p. 108. <https://doi.org/10.3390/vetsci11030108>.
- 48) Jurquet, J., & Oble, L. (2024). 'Alimentation des vaches tarées : quelles pratiques en élevage et quelles ingestions ?' *Institut de l'Élevage*.  
[https://idele.fr/?eID=cmis\\_download&oID=workspace%3A%2F%2FSpacesStore%2F46642619-fa7d-47ae-afca-326604658c50&cHash=e108d7de68800aa2cbf2f30bdc6e854f](https://idele.fr/?eID=cmis_download&oID=workspace%3A%2F%2FSpacesStore%2F46642619-fa7d-47ae-afca-326604658c50&cHash=e108d7de68800aa2cbf2f30bdc6e854f)
- 49) Jurquet, J. (2024, 12 décembre). 'Bilan alimentaire cation-anion et teneur en calcium dans les rations prépartum sur les performances et la santé des vaches laitières.' *Institut de l'Élevage*.  
<https://idele.fr/detail-article/bilan-alimentaire-cation-anion-et-teneur-en-calcium-dans-les-rations-prepartum-sur-les-performances-et-la-sante-des-vaches-laitieres>
- 50) Kargar, S. et al. (2020) 'Extended colostrum feeding for 2 weeks improves growth performance and reduces the susceptibility to diarrhea and pneumonia in neonatal Holstein dairy calves', *Journal Of Dairy Science*, 103(9), p. 8130-8142. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18355>.
- 51) Kim, E.-T. et al. (2021) 'Dynamic Changes in Fecal Microbial Communities of Neonatal Dairy Calves by Aging and Diarrhea', *Animals*, 11(4), p. 1113. <https://doi.org/10.3390/ani11041113>.
- 52) Klopp, R.N. et al. (2019) 'Effects of feeding different amounts of milk replacer on growth performance and nutrient digestibility in Holstein calves to 2 months of age using different weaning strategies', *Journal Of Dairy Science*, 102(12), p. 11040-11050. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17153>.

- 53) Kolb, E.A. *et al.* (2019) 'Protection against bovine respiratory syncytial virus in calves vaccinated with adjuvanted modified live vaccine administered in the face of maternal antibody', *Vaccine*, 38(2), p. 298-308. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2019.10.015>.
- 54) Kusaka, H., Yamazaki, T. et Sakaguchi, M. (2022) 'Association of the age and bodyweight at first calving with the reproductive and productive performance in one herd of Holstein dairy heifers in Japan', *Vet Record Open*, 9(1). <https://doi.org/10.1002/vro2.44>.
- 55) Lallemand Animal Nutrition. (2023, 5 décembre). '8 conseils pour mieux gérer la période péri-partum des vaches laitières'. *Lallemand Animal Nutrition*. <https://www.lallemandanimalnutrition.com/fr/france/ressources/peri-partum-vaches-laitieres>
- 56) Loch, M. *et al.* (2024) 'Associations of Neonatal Dairy Calf Faecal Microbiota with Inflammatory Markers and Future Performance', *Animals*, 14(17), p. 2533. <https://doi.org/10.3390/ani14172533>.
- 57) Lombard, J. *et al.* (2020) 'Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States', *Journal Of Dairy Science*, 103(8), p. 7611-7624. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17955>.
- 58) Lopez, A.J. *et al.* (2020) 'Comparison of immunoglobulin G absorption in calves fed maternal colostrum, a commercial whey-based colostrum replacer, or supplemented maternal colostrum', *Journal Of Dairy Science*, 103(5), p. 4838-4845. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17949>.
- 59) Lorenz, I. (2021) 'Calf health from birth to weaning - an update', *Irish Veterinary Journal*, 74(1). <https://doi.org/10.1186/s13620-021-00185-3>.
- 60) Maynou, G. *et al.* (2019) 'Feeding Pasteurized Waste Milk to Preweaned Dairy Calves Changes Fecal and Upper Respiratory Tract Microbiota', *Frontiers In Veterinary Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00159>.
- 61) Mee J. F. (2023). 'Impacts of dairy cow nutrition precalving on calf health'. *JDS communications*, 4(3), 245–249. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2022-0281>
- 62) Mion, B. (2023, 27 novembre). 'La période de transition: 6 semaines cruciales pour une lactation réussie.' *Lactanet*. <https://lactanet.ca/la-periode-de-transition-6-semaines-cruciales-pour-une-lactation-reussie/>
- 63) Molano, R. *et al.*, (2023, décembre). 'Analysis of the cost and value of dairy rearing programs', *Lactanet*. [https://lactanet.ca/wp-content/uploads/2023/12/general\\_report\\_en.html](https://lactanet.ca/wp-content/uploads/2023/12/general_report_en.html).

- 64) Nicolao, A. *et al.* (2022) 'Animal performance and stress at weaning when dairy cows suckle their calves for short versus long daily durations', *Animal*, 16(6), p. 100536. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100536>.
- 65) Osorio, Johan.S. (2020) 'Gut health, stress, and immunity in neonatal dairy calves: the host side of host-pathogen interactions', *Journal Of Animal Science And Biotechnology/Journal Of Animal Science And Biotechnology*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s40104-020-00509-3>.
- 66) Phyo, C.N., Tin, P. et Zin, T.T. (2023) 'A Markov Chain Model for Determining the Optimal Time to Move Pregnant Cows to Individual Calving Pens', *Sensors*, 23(19), p. 8141. <https://doi.org/10.3390/s23198141>.
- 67) Pokhrel, B. et Jiang, H. (2024) 'Postnatal Growth and Development of the Rumen: Integrating Physiological and Molecular Insights', *Biology*, 13(4), p. 269. <https://doi.org/10.3390/biology13040269>.
- 68) Rahimi, A. *et al.* (2023) 'Impact of corn processing and weaning age on calf performance, blood metabolites, rumen fermentation, and behavior', *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-37728-3>.
- 69) Reynolds, M. (2014) 'Long-term effects of Coccidia infection in dairy Heifer herds', *Vet Times*. <https://www.vettimes.co.uk/app/uploads/wp-post-to-pdf-enhanced-cache/1/long-term-effects-of-coccidia-infection-in-dairy-heifer-herds.pdf>.
- 70) Rhodes, V. *et al.* (2021) 'Diagnosis of respiratory disease in preweaned dairy calves using sequential thoracic ultrasonography and clinical respiratory scoring: Temporal transitions and association with growth rates', *Journal Of Dairy Science*, 104(10), p. 11165-11175. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20207>.
- 71) Rincker, L.E.D. *et al.* (2011) 'Effect of intensified feeding of heifer calves on growth, pubertal age, calving age, milk yield, and economics', *Journal Of Dairy Science*, 94(7), p. 3554-3567. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3923>.
- 72) Sandelin, A. *et al.* (2020) 'Field trial to evaluate the effect of an intranasal respiratory vaccine protocol on bovine respiratory disease incidence and growth in a commercial calf rearing unit', *BMC Veterinary Research*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02294-7>.
- 73) Sano, M. *et al.* (2023) 'Evaluation of prepartum and postpartum stress by measuring hair cortisol concentrations of Holstein dairy cows and their calves and its relationship to calving

- conditions and health status', *Journal Of Veterinary Medical Science*, 85(4), p. 479-485. <https://doi.org/10.1292/jvms.22-0354>.
- 74) Schwarzkopf, S. *et al.* (2022) 'Weaning age influences indicators of rumen function and development in female Holstein calves', *BMC Veterinary Research*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03163-1>.
- 75) Silva, T.A.C.C. *et al.* (2022) 'Growth and reproductive performance responses to post-weaning supplementation of early and normally-weaned Brahman crossbred heifers raised in tropical rangelands', *PLoS ONE*, 17(2), p. e0263786. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263786>.
- 76) Smulski, S. *et al.* (2020) 'Non-antibiotic possibilities in prevention and treatment of calf diarrhoea', *Journal Of Veterinary Research*, 64(1), p. 119-126. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2020-0002>.
- 77) Somagond, Y.M., Alhussien, M.N. et Dang, A.K. (2023) 'Repeated injection of multivitamins and multiminerals during the transition period enhances immune response by suppressing inflammation and oxidative stress in cows and their calves', *Frontiers In Immunology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1059956>.
- 78) Steele, M.A. *et al.* (2016) 'Development and physiology of the rumen and the lower gut: Targets for improving gut health', *Journal Of Dairy Science*, 99(6), p. 4955-4966. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10351>.
- 79) Swartz, T.H., Schramm, H.H. et Petersson-Wolfe, C.S. (2020) 'Short Communication: Association between neonatal calf diarrhea and lying behaviors', *Veterinary And Animal Science*, 9, p. 100111. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2020.100111>.
- 80) Teixeira, A.G.V., McArt, J.A.A. et Bicalho, R.C. (2017) 'Thoracic ultrasound assessment of lung consolidation at weaning in Holstein dairy heifers : Reproductive performance and survival', *Journal Of Dairy Science*, 100(4), p. 2985-2991. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12016>.
- 81) Theeruth, B. (2021). 'L'élevage du veau: un investissement pour le futur'. *Neolait*. <https://www.neolait.fr/lelevage-du-veau-un-investissement-pour-le-futur/>
- 82) Van Niekerk, J.K. *et al.* (2021) 'Prewaning to postweaning rumen papillae structural growth, ruminal fermentation characteristics, and acute-phase proteins in calves', *Journal Of Dairy Science*, 104(3), p. 3632-3645. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19003>.
- 83) Vieira-Neto, A. *et al.* (2020) 'Effect of duration of exposure to diets differing in dietary cation-anion difference on Ca metabolism after a parathyroid hormone challenge in dairy cows', *Journal Of Dairy Science*, 104(1), p. 1018-1038. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19127>.

- 84) Viidu, D.-A. et 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). <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03154-2>.
- 85) Wang, Y. *et al.* (2019) 'Effects of Body Condition Score Changes During Peripartum on the Postpartum Health and Production Performance of Primiparous Dairy Cows', *Animals*, 9(12), p. 1159. <https://doi.org/10.3390/ani9121159>.
- 86) Welk, A., Neave, H.W. et Jensen, M.B. (2024) 'Invited review : The effect of weaning practices on dairy calf performance, behavior, and health—A systematic review', *Journal Of Dairy Science*, 107(8), p. 5237-5258. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-24521>.
- 87) Welk, A., Otten, N.D. et Jensen, M.B. (2023) 'Invited review: The effect of milk feeding practices on dairy calf behavior, health, and performance—A systematic review', *Journal Of Dairy Science*, 106(9), p. 5853-5879. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22900>.
- 88) Wolfe, A.R. *et al.* (2023) 'Effects of weaning strategies on health, hematology, and productivity in Holstein dairy calves', *Journal Of Dairy Science*, 106(10), p. 7008-7019. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22738>.
- 89) Wu, S. *et al.* (2021) 'Optimizing the growth and immune system of dairy calves by subdividing the pre-weaning period and providing different milk volumes for each stage', *Animal Nutrition*, 7(4), p. 1296-1302. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.06.007>.
- 90) Zimpel, R. *et al.* (2021) 'Prepartum level of dietary cation-anion difference fed to nulliparous cows : Acid-base balance, mineral metabolism, and health responses', *Journal Of Dairy Science*, 104(12), p. 12580-12599. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20486>.
- 91) Zolova, A., Keidāne, D. et Zolovs, M. (2022) 'Parity of Calving Influences the Likelihood of Calves Having *Cryptosporidium* spp.', *Veterinary Medicine International*, 2022, p. 1-5. <https://doi.org/10.1155/2022/33060>