CAPÍTULO 12

Vitamina A nos processos reprodutivos em fêmeas bovinas

Louíse Belmonte Faverzani[1], Ricardo Zambarda Vaz[1]

https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-50-3.c12

Resumo

A vitamina A é essencial à integridade dos tecidos, à função imune e à reprodução de fêmeas bovinas. Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da suplementação de vitamina A, por via oral ou parenteral, sobre os índices reprodutivos, considerando possíveis benefícios e limitações. Foram priorizados estudos experimentais com bovinos, incluindo pesquisas sobre superovulação, qualidade embrionária, suplementação de β-caroteno, período de transição e gestação. Os resultados indicam benefícios em situações específicas, especialmente na qualidade embrionária em programas de superovulação. Entretanto, os efeitos sobre a taxa de concepção, o intervalo até a prenhez e outros indicadores de fertilidade são inconsistentes. Além disso, estudos com β-caroteno não avaliam exclusivamente os efeitos da vitamina A pré-formada, aspecto importante para a interpretação dos resultados. Com isso, a suplementação deve considerar a dieta basal, a categoria animal, o estágio fisiológico, a disponibilidade de forragem e o risco de deficiência. O uso indiscriminado de doses elevadas deve ser evitado, pois a suplementação acima das exigências não garante melhorias reprodutivas e pode gerar custos desnecessários ou riscos à saúde animal.

Palavras-chave: β-caroteno, embrião, fertilidade, retinol, suplementação.

[1]Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil

© 2024 Mérida Publishers CC-BY 4.0

1. Introdução

A eficiência reprodutiva é um dos principais componentes da produtividade dos sistemas de criação de bovinos, pois influencia o número de bezerros produzidos, o intervalo entre partos, a reposição de animais e a rentabilidade do rebanho (Diskin; Kenny, 2016). O desempenho reprodutivo resulta da interação entre genética, sanidade, manejo, condição corporal, ambiente e nutrição. Dentro do componente nutricional, vitaminas e minerais participam de funções metabólicas que sustentam a atividade ovariana, a fecundação, o desenvolvimento embrionário e a manutenção da gestação. Entretanto, o fornecimento de um nutriente em quantidade superior à necessária não significa, necessariamente, aumento proporcional da fertilidade.

A vitamina A compreende um grupo de compostos com atividade biológica semelhante, incluindo retinol, retinal e ácido retinoico. Nos alimentos de origem vegetal, os bovinos obtêm principalmente carotenoides precursores, como o β-caroteno, que podem ser convertidos em vitamina A (Pereira *et al*., 2026). Já suplementos comerciais podem fornecer vitamina A pré-formada, frequentemente na forma de ésteres de retinila. Embora estejam biologicamente relacionados, β-caroteno e retinol não devem ser tratados como substâncias idênticas: o β-caroteno também apresenta atividade antioxidante e sua conversão em retinol depende de fatores fisiológicos (Pereira *et al.,* 2026).

O interesse na vitamina A aplicada à reprodução bovina está associado à participação dos retinoides na regulação da diferenciação celular e no desenvolvimento inicial do embrião. Estudos experimentais com oócitos e embriões bovinos indicam que os efeitos da suplementação podem variar conforme a concentração utilizada, o momento da exposição e as condições de cultivo. Em vacas doadoras submetidas à superovulação, a administração de palmitato de retinila foi associada ao aumento do número de blastocistos e de embriões transferíveis (Shaw *et al.,* 1995). Entretanto, o aumento dos indicadores de desenvolvimento embrionário in vitro não garante, necessariamente, o estabelecimento da gestação após a transferência, conforme demonstrado por Hidalgo *et al*. (2005).

A literatura comenta sobre a suplementação de β-caroteno em vacas leiteiras no período pré-parto. Alguns experimentos verificaram mudanças da concentração sanguínea deste nutriente e redução da incidência de retenção de placenta em vacas multíparas, entretanto, não identificaram melhora nos indicadores de desempenho reprodutivo, como taxa de concepção e intervalo até a prenhez (Speer *et al.,* 2015). Esses resultados reforçam a importância de distinguir os efeitos da suplementação sobre o estado nutricional dos animais daqueles relacionados à melhoria efetiva da eficiência reprodutiva.

O objetivo deste capítulo é compreender como a introdução de vitamina A beneficia as fêmeas bovinas e em que condições pode contribuir para melhorar as taxas reprodutivas, abordando mecanismos fisiológicos, resultados experimentais, possíveis malefícios e limitações científicas.

2. Vitamina A: formas, fontes e funções fisiológicas

2.1 Formas de vitamina A e fontes alimentares

A vitamina A inclui compostos que podem ser convertidos em formas biologicamente ativas. O retinol circulante é transportado ligado a proteínas, enquanto o ácido retinoico atua como molécula sinalizadora e participa da regulação da expressão gênica (Pereira *et al.*, 2026). Nos ruminantes, pastagens verdes e forragens de boa qualidade podem fornecer carotenoides, incluindo β-caroteno. A concentração desses compostos nos alimentos varia conforme as características da forragem e as condições de conservação (Martins *et al.,* 2016). A utilização de alimentos conservados, como feno e silagem, pode reduzir o teor de vitaminas em comparação com forragens frescas (Martins *et al.*, 2016).

Em sistemas de pastagens, a ingestão de carotenoides pode contribuir para suprir as necessidades de vitamina A em bovinos. Nos períodos de seca, confinamento ou utilização predominante de alimentos conservados, a concentração de β-caroteno pode diminuir, aumentando o risco de causar nos animais deficiências por falta de vitaminas (Martins *et al*., 2016; Pereira *et al.*, 2026). No estudo de Speer *et al.* (2024), avaliou-se diferentes níveis de suplementação de vitamina A em bovinos em confinamento, em que

contemplava desde a metade da gestação até o início da lactação e observaram diferenças nas concentrações no fígado de retinol das vacas e de seus bezerros. Os resultados demonstram a importância de monitorar o estado nutricional de vitamina A nesses sistemas.

2.2 Absorção, armazenamento e regulação

Após a ingestão da vitamina A, a mesma é absorvida no intestino em associação com os lipídios, transportada e armazenada principalmente no fígado. A reserva hepática contribui para manter a disponibilidade sistêmica quando a ingestão de vitamina A oscila (Wellmann *et al.*, 2020). Por isso, a quantidade fornecida em um único dia não pode ser considerada o status nutricional do animal no geral, é necessário considerar a dieta ao longo do tempo, as reservas corporais, fase fisiológica e condições de saúde (Pereira *et al.,* 2026).

A concentração de retinol no sangue pode auxiliar na avaliação nutricional do bovino, no entanto a concentração sanguínea deve ser interpretada com cautela, porque mecanismos homeostáticos mantêm a concentração circulante dentro de uma faixa relativamente regulada até que as reservas se reduzam (Wellmann *et al*., 2020). Para auxiliar a avaliação do status, em contextos de pesquisa, a hepática pode complementar a interpretação, a escolha entre suplementação oral e injetável deve considerar objetivo, formulação e duração de ação. No entanto, a administração injetável não substitui o correto e contínuo planejamento nutricional, não devendo ser rotina sem considerar o aporte já presente na dieta (Pereira *et al.,* 2026; Speer; Wilke; Drewnoski, 2024).

2.3 Funções celulares relevantes para a reprodução

Os retinoides participam da regulação da proliferação, diferenciação e sobrevivência celular por meio de receptores nucleares, incluindo os receptores de ácido retinoico e os receptores X de retinoides. Em bovinos, Mohan *et al.* (2001, 2002) investigaram componentes dessa via em embriões pré-implantacionais, fornecendo evidências de que o metabolismo e a sinalização

dos retinoides estão presentes durante o desenvolvimento embrionário inicial. A presença de uma via molecular, no entanto, não demonstra, por si só, que a suplementação sistêmica em uma vaca aumentará a taxa de prenhez; ela indica plausibilidade biológica que precisa ser examinada em experimentos com desfechos reprodutivos.

A vitamina A também é importante para a manutenção de tecidos epiteliais e para a função imune (Martins *et al.*, 2016). Esses papéis são relevantes para a saúde geral e podem influenciar indiretamente a reprodução, especialmente em períodos de maior demanda metabólica, como no período reprodutivo. Ainda assim, a fertilidade é multifatorial: a correção de uma deficiência vitamínica não compensa, por si só, balanço energético negativo, doença uterina, baixa condição corporal, estresse térmico ou problemas de manejo reprodutivo (Diskin; Kenny, 2016; Daibert *et al.*, 2018).

3. Relação da vitamina A com processos reprodutivos

3.1 Desenvolvimento folicular e oócito

O desenvolvimento folicular e a competência do oócito dependem da comunicação bidirecional entre o oócito e as células foliculares, da regulação hormonal e da disponibilidade de nutrientes. Nesse contexto, o ácido retinoico, metabólito da vitamina A, pode influenciar a comunicação intercelular e a competência de desenvolvimento dos oócitos bovinos (Shimizu, 2016; Read; Dyce, 2019). Os retinoides participam da regulação celular no ovário, mas seus efeitos dependem da concentração e do momento da exposição (Duque *et al.,* 2002; Lucas et al., 2015). Em estudos com oócitos bovinos, a adição de retinol ao meio de maturação não alterou de forma significativa as taxas de clivagem, embora tenha apresentado efeitos favoráveis sobre a formação de blastocistos em determinadas condições experimentais (Livingston *et al.,* 2004).

Nesse estudo, a concentração de 5 µM apresentou aumento na formação de blastocistos em comparação ao grupo controle, com resposta variável

conforme as condições de cultivo e o potencial de desenvolvimento embrionário. Esses resultados indicam que os efeitos do retinol podem ocorrer em etapas específicas do desenvolvimento, sem a necessidade de melhorar todos os indicadores avaliados. Entretanto, por terem sido obtidos in vitro, não permitem estabelecer diretamente uma dose de suplementação oral ou injetável para vacas em condições reais.

3.2 Ovulação e resposta à superovulação

Em programas de transferência de embriões, a superovulação tem como objetivo aumentar o número de folículos ovulados e de estruturas recuperadas. Shaw *et al.* (1995) avaliaram 48 vacas de corte superovuladas e verificaram que a administração de um milhão de UI (Unidades Internacionais) de vitamina A, na forma de retinol palmitato, foi associada a um aumento significativo no número médio de blastocistos (2,25) em comparação ao grupo controle (0,73), sem efeito significativo sobre a taxa de ovulação. Com isso conclui-se que tem um possível efeito na qualidade e desenvolvimento das estruturas, mas não se pode dizer o mesmo em animais que não foram superovuladas ou ainda, em programas de inseminação artificial convencional.

Um experimento com doadoras da raça Nelore também avaliou a administração intramuscular de vitamina A antes da coleta de embriões. Amaral *et al.* (2004) observaram um maior número de embriões viáveis em vacas suplementadas, enquanto o número total de estruturas recuperadas não teve diferença significativa entre os grupos. Por se tratar de um estudo realizado com vacas submetidas à superovulação, os resultados devem ser utilizados em um contexto de produção de embriões, sem extrapolação direta para outros sistemas reprodutivos.

3.3 Desenvolvimento embrionário inicial

Após a fecundação, o embrião passa por clivagens sucessivas até a formação do blastocisto e preparação para o reconhecimento materno da gestação (Milazzotto *et al.,* 2016). Nesse processo, segundo Abdelnour *et al.* (2019) os retinoides podem contribuir para a regulação da expressão gênica e o

desenvolvimento embrionário. Livingston *et al.* (2004) observaram que a adição de retinol favoreceu a formação de blastocistos em condições de cultivo com 20% de oxigênio, possivelmente devido à proteção contra o estresse oxidativo.

Os resultados também devem considerar possíveis efeitos negativos da exposição ao retinol. Hidalgo *et al.* (2005) observaram que os blastocistos oriundos de oócitos de vacas tratadas com retinol não estabeleceram gestação após a transferência. Esse achado demonstra que o aumento do desenvolvimento embrionário in vitro não garante competência para estabelecer a gestação, reforçando a importância de avaliar a dose e o momento da exposição à vitamina A.

3.4 Útero, gestação e manutenção da prenhez

A vitamina A contribui para a manutenção e diferenciação dos tecidos, incluindo epitélios, e os retinoides participam de processos de desenvolvimento fetal (Pereira *et al.,* 2026). A deficiência pode comprometer a saúde e o desenvolvimento, enquanto o excesso durante fases mais delicadas podem prejudicar a diferenciação embrionária (Abdelnour *et al.,* 2019). Em bovinos, a evidência experimental sobre os efeitos de diferentes doses de vitamina A administradas durante a gestação, especialmente em relação à ocorrência de perdas gestacionais e malformações congênitas, ainda é limitada. Estudos recentes têm investigado principalmente os efeitos da suplementação combinada de vitaminas e β-caroteno sobre a eficiência reprodutiva e o desenvolvimento fetal, sem isolar os efeitos da vitamina A ou avaliar especificamente a ocorrência de malformações (Factor *et al.,* 2024; Pereira *et al.,* 2026).

Em consequência, a estratégia de manejo mais defensável é atender às exigências nutricionais e evitar tanto deficiência quanto excesso (Speer; Wilke; Drewnoski, 2024). A administração de vitamina A em vacas gestantes deve respeitar a formulação comercial, as recomendações técnicas e a avaliação profissional, especialmente porque produtos injetáveis podem fornecer doses concentradas. Não é cientificamente adequado recomendar doses acima do

recomendado como método geral para prevenir perda embrionária ou elevar a prenhez.

4. Evidências experimentais sobre benefícios reprodutivos

4.1 Qualidade de embriões em programas de transferência

Entre os desfechos reprodutivos investigados, a qualidade embrionária é um dos campos em que se verificaram resultados positivos mais específicos (Read; Dyce, 2019; Amaral *et al.,* 2004). Shaw *et al.* (1995) encontraram maior número médio de blastocistos em vacas superovuladas que receberam retinol palmitato, mas não identificaram melhora uniforme em todas as medidas relacionadas à ovulação. No estudo com vacas Nelore, doses de 500.000, 1.000.000 e 1.500.000 UI foram comparadas com os animais controle, a quantidade de embriões viáveis aumentou nos grupos suplementados, enquanto o número total de estruturas recuperadas não apresentou diferença significativa (Amaral *et al.*, 2004).

Os resultados obtidos em programas de produção de embriões devem ser interpretados considerando fatores como o número de animais avaliados, o protocolo hormonal utilizado, o estágio do ciclo reprodutivo, a dose de vitamina A e os critérios de classificação dos embriões. Também é importante distinguir a qualidade morfológica dos embriões, seu desenvolvimento até o estágio de blastocisto e sua capacidade de estabelecer uma gestação após a transferência. Hidalgo *et al.* (2005) demonstraram que esses resultados nem sempre estão relacionados, uma vez que o desenvolvimento embrionário in vitro não garantiu o estabelecimento da gestação.

4.2 Taxa de concepção em vacas leiteiras

Em vacas leiteiras, diversos estudos testaram o β-caroteno como precursor da vitamina A e composto com atividade antioxidante, mostrando não serem o resultados uniformes (Mitsuishi; Yayota, 2024). Bindas *et al.* (1984), ao trabalharem com 78 vacas da raça Holandesa, verificaram aumento da

concentração plasmática de caroteno após a suplementação, mas não encontraram melhora nos indicadores reprodutivos avaliados, incluindo os intervalos até o primeiro cio e a primeira cobertura, além do período em aberto. Wang *et al.* (1988) ao avaliarem vacas Holandesas lactantes suplementadas com 300 mg/dia de β-caroteno, comparadas a um grupo controle sem suplementação, não observaram melhora nos intervalos entre o parto e a primeira ovulação, o primeiro estro observado ou a concepção.

Akordor *et al.* (1986) avaliaram vacas da raça Holandesa em lactação e avaliaram que a suplementação com β-caroteno aumentou sua concentração plasmática, mas não melhorou os indicadores de desempenho reprodutivo. Esses resultados reforçam que o aumento da concentração sanguínea do composto não garante maior taxa de concepção, uma vez que a fertilidade das vacas dependem de diversos fatores.

Em outro experimento, Oliveira *et al.* (2015) forneceram β-caroteno no período pré-parto para vacas multíparas. A suplementação aumentou a concentração sanguínea de β-caroteno e esteve associada a menor ocorrência de retenção de placenta nas vacas multíparas, mas não produziu resposta para os principais indicadores de desempenho reprodutivo, como concepção e tempo até a prenhez (Oliveira *et al.,* 2015). Os resultados sugerem possível benefício em um desfecho de saúde puerperal, sem comprovar melhora geral da fertilidade.

Em Prom *et al.* (2022) avaliaram vacas da raça Holandesa que já recebiam níveis adequados de vitaminas A e E, mas apresentavam baixa concentração sérica de β-caroteno. A suplementação aumentou as concentrações séricas de β-caroteno e retinol, mas não promoveu melhorias nos indicadores de produção, reprodução ou saúde (Prom *et al.,* 2022). Esses resultados indicam que, mesmo com o aumento das concentrações sanguíneas desses compostos, a suplementação adicional não garante benefícios reprodutivos quando o fornecimento de vitamina A já é adequado (Prom *et al.,* 2022).

4.3 Vacas de corte e estado nutricional durante a gestação

Em vacas de corte, a oferta de vitamina A normalmente é considerada em função do tipo de alimentação e da disponibilidade de forragens. Dietas baseadas principalmente em alimentos armazenados podem apresentar menor teor de carotenoides do que pastagens verdes (Martins *et al.,* 2016; Pickworth *et al.,* 2012). Speer *et al.* (2024) avaliaram vacas Angus cruzadas em regime de alimentação em confinamento, submetidas a diferentes níveis de suplementação de vitamina A desde a metade da gestação até o início da lactação. O estudo de Speer *et al.* (2024) focalizou, principalmente, nas concentrações hepáticas de retinol das vacas e de seus bezerros, fornecendo informações sobre o estado nutricional materno e a transferência de vitamina A para a cria.

A suplementação combinada de vitaminas A e D também foi investigada em um estudo preliminar com vacas de corte. Fox *et al.* (2023) observaram maior número de concepções após a inseminação artificial no grupo suplementado, embora a amostra tenha sido reduzida. Como a intervenção incluiu ambas as vitaminas, não é possível atribuir o resultado exclusivamente à vitamina A. Além disso, esses resultados podem ser considerados preliminares e devem ser confirmados em ensaios maiores.

4.3 *β*-caroteno não é sua equivalência à vitamina A pré-formada

Uma parcela relevante da literatura sobre fertilidade bovina investiga o β-caroteno. Embora seja precursor da vitamina A, esse carotenoide também apresenta atividade antioxidante própria, podendo contribuir para a proteção celular contra o estresse oxidativo (Mitsuishi; Yayota, 2024; Leroy *et al.,* 2016). Por isso, resultados obtidos com β-caroteno não devem ser apresentados como se demonstrasse diretamente o efeito de retinol ou retinil palmitato. Da mesma forma, estudos que avaliaram a administração intramuscular de vitamina A em doadoras bovinas submetidas à superovulação não são diretamente equivalentes a ensaios de suplementação oral em vacas leiteiras, devido às diferenças na via de administração, nas condições experimentais e nos objetivos reprodutivos avaliados (Amaral *et al*., 2004; Pereira *et al.,* 2026).

A diferença entre as formas de suplementação é importante para interpretar resultados aparentemente contraditórios. A dose, a via de administração, o status nutricional inicial e o momento fisiológico podem explicar parte da variação verificada. Quando a dieta já fornece vitamina A suficiente, o benefício marginal tende a ser menos previsível; quando existe deficiência, corrigir a inadequação é nutricionalmente necessário, embora a magnitude da resposta reprodutiva dependa das condições do rebanho.

5. Possíveis malefícios e limitações da suplementação

5.1 Excesso de vitamina A e risco de toxicidade

A vitamina A deve ser suplementada de acordo com as exigências nutricionais, evitando-se o fornecimento excessivo. Gorgacz *et al.* (1975) demonstraram que a ingestão de doses tóxicas de vitamina A por bezerros provocou alterações patológicas em estruturas relacionadas à circulação do líquido cerebrospinal. Embora o estudo tenha sido realizado com machos e não permita quantificar diretamente os riscos reprodutivos em vacas, seus resultados evidenciam que o excesso dessa vitamina pode comprometer a saúde animal. Portanto, o fato de a vitamina A ser essencial não elimina os riscos associados à sua administração excessiva.

Em fêmeas que irão reproduzir, um dos principais cuidados é evitar protocolos inadequados de exposição aos retinoides durante fases sensíveis do desenvolvimento embrionário. Hidalgo *et al.* (2005), ao avaliarem novilhas da raça Asturiana dos Vales submetidas à administração de retinol durante o crescimento intrafolicular dos oócitos, observaram que os blastocistos produzidos in vitro não estabeleceram gestação após a transferência para receptoras. Esse resultado não demonstra que toda suplementação de vitamina A seja prejudicial, mas evidencia que os efeitos podem variar conforme as condições de exposição e que protocolos experimentais específicos não devem ser extrapolados diretamente para o manejo nutricional rotineiro.

5.2 Doses elevadas não garantem maior fertilidade

A ausência de benefícios adicionais também constitui uma limitação prática da suplementação em altas doses. Tharnish e Larson (1992), em cinco ensaios envolvendo 168 vacas Holandesas e 20 novilhas, avaliaram a suplementação de vitamina A em doses de um ou dois milhões de UI, em comparação a 100.000 UI/dia. Os autores observaram que as doses elevadas não alteraram as concentrações circulantes de progesterona nem melhoraram a maioria dos indicadores reprodutivos avaliados. Dessa forma, concluíram que o fornecimento de vitamina A nessas concentrações elevadas não se justificava com o objetivo de melhorar o desempenho reprodutivo.

Esses resultados, entretanto, não permitem estabelecer uma dose segura ou recomendada para todas as condições, uma vez que as necessidades de vitamina A dependem do estado nutricional dos animais e do manejo alimentar adotado. Ele demonstra, porém, que o aumento da suplementação não garante benefícios reprodutivos adicionais. Assim, o fornecimento indiscriminado de doses elevadas pode aumentar os custos da dieta sem proporcionar retorno reprodutivo mensurável, reforçando a importância de ajustar a suplementação às exigências nutricionais e de investigar outros fatores que possam comprometer a fertilidade.

5.3 Respostas adversas observadas com β-caroteno

A literatura sobre β-caroteno também apresenta resultados que exigem cautela. Folman *et al*. (1987) avaliaram vacas submetidas a diferentes suplementações e observaram menores taxas de concepção e maior número de dias em aberto nos grupos que receberam β-caroteno, especialmente naquele suplementado em níveis elevados antes e após o parto. Como o estudo avaliou β-caroteno, e não exclusivamente vitamina A pré-formada, esses resultados não podem ser interpretados como evidência direta de toxicidade da vitamina A. Ainda assim, demonstram que os efeitos da suplementação sobre a fertilidade podem variar conforme a quantidade fornecida e as condições de uso.

Por outro lado, estudos mais recentes não encontraram efeitos reprodutivos positivos ou negativos significativos da suplementação de β-caroteno em vacas com estado nutricional adequado de vitamina A. Prom *et al.* (2022) verificaram que a suplementação durante o período pré-parto não alterou os dias até a concepção nem o número de serviços por concepção. Portanto, os resultados adversos observados em alguns experimentos não permitem afirmar que a suplementação de β-caroteno sempre reduz a fertilidade. Esses resultados reforçam a importância de considerar o estado nutricional dos animais e as condições de suplementação ao avaliar seus possíveis efeitos reprodutivos.

5.4 Associação e causalidade

Vacas com maiores concentrações sanguíneas de β-caroteno circulante, podem ter diferenças quanto à ingestão, qualidade da dieta, estado de saúde e manejo. Portanto, uma associação entre a concentração do nutriente e a fertilidade não comprova ser a suplementação com β-caroteno a causa direta de uma eventual melhora. Ensaios controlados permitem avaliar essa relação com maior rigor, embora seus resultados dependam da população estudada, do tamanho amostral e dos desfechos avaliados. Nesse sentido, Hye *et al.* (2020) observaram que o aumento da concentração sanguínea de β-caroteno após a suplementação não resultou em melhorias nos indicadores de fertilidade avaliados.

Além disso, estudos in vitro permitem investigar mecanismos do desenvolvimento embrionário sob condições experimentais controladas, mas seus resultados não representam os processos que ocorrem no organismo materno. A capacidade de desenvolvimento observada em laboratório também não garante o estabelecimento e a manutenção da gestação após a transferência do embrião. Lee *et al.* (2026), ao analisarem transferências de embriões bovinos produzidos in vitro, identificaram associações entre indicadores de desenvolvimento embrionário e os resultados de prenhez. Assim, os resultados de cultivo embrionário devem ser interpretados considerando sua

relação com os desfechos reprodutivos in vivo, sem serem utilizados isoladamente como prova de aumento da taxa de prenhez.

5.5 Limitações da literatura disponível

Parte dos estudos sobre vitamina A e reprodução bovina foi publicada há várias décadas, e muitos experimentos possuem amostras relativamente pequenas ou investigam combinações de nutrientes. Há também diferenças importantes entre bovinos de leite e de corte, entre fêmeas lactantes e doadoras de embriões, e entre animais em pastagem e confinamento. A evidência recente é mais robusta para o efeito de suplementação sobre concentrações sanguíneas ou hepáticas do que para demonstrar melhora consistente na taxa de prenhez.

Como consequência, a recomendação de suplementar deve se apoiar na análise da dieta, no histórico do rebanho e nas exigências nutricionais aplicáveis. Quando a meta é melhorar a eficiência reprodutiva, devem ser avaliados simultaneamente condição corporal, consumo de matéria seca, balanço energético, sanidade uterina, detecção de cio, qualidade do sêmen, protocolo de inseminação e manejo. A vitamina A é um componente dessa estratégia, não uma intervenção isolada capaz de corrigir todas as causas de baixa fertilidade.

6. Aplicação prática em sistemas de produção bovina

6.1 Avaliação antes de suplementar

A primeira etapa é identificar se há risco real de inadequação. A avaliação deve incluir tipo e qualidade das forragens, proporção de alimentos conservados, tempo de armazenamento, composição do suplemento mineral e vitamínico, consumo estimado e estágio fisiológico das fêmeas. Em rebanhos mantidos em pastagens de boa qualidade, a contribuição de carotenoides pode ser relevante, em períodos de seca ou em sistemas com dieta baseada em ingredientes armazenados, a disponibilidade pode ser menor (Pereira *et al.,* 2026; Pickworth *et al*., 2012).

A interpretação da concentração de vitamina A pode incluir avaliação laboratorial, quando indicada, mas os resultados precisam ser analisados em conjunto com a dieta. Não se recomenda definir um programa de aplicação injetável apenas com base em um resultado isolado ou em relatos de melhora de fertilidade de outros rebanhos.

6.2 Categoria animal e momento fisiológico

Vacas no final da gestação e início da lactação passam por alterações metabólicas e imunológicas importantes Wankhade *et al.* (2017). O planejamento nutricional deve assegurar o atendimento das exigências nessa fase, sem assumir que a suplementação adicional de vitamina A aumentará a concepção seguinte. Em vacas doadoras de embriões, a evidência sobre retinol é específica para protocolos de superovulação e requer avaliação (Amaral *et al.,* 2004). Para novilhas, vacas de corte em monta natural e vacas leiteiras submetidas à inseminação artificial, os resultados obtidos em doadoras superovuladas não devem ser extrapolados sem validação específica, uma vez que as respostas à suplementação podem variar conforme a categoria animal, o manejo nutricional e o sistema reprodutivo (Pereira *et al.,* 2026; Gouvêa *et al.,* 2018).

6.3 Via de fornecimento e acompanhamento

A suplementação pode ocorrer por meio da dieta ou de produtos específicos, incluindo formulações injetáveis. A escolha depende da necessidade, da formulação autorizada e da orientação de um profissional. A via injetável pode ser útil em situações particulares, mas não substitui o fornecimento regular e equilibrado da dieta (Pereira *et al.,* 2026). O uso de produtos deve seguir rótulo, dose, intervalo e restrições do fabricante.

Para avaliar se a estratégia de suplementação de vitamina A trouxe benefício, é importante definir previamente indicadores objetivos: taxa de concepção ao primeiro serviço, taxa de prenhez ao final da estação, intervalo parto-concepção, ocorrência de retenção de placenta, perda gestacional e,

quando aplicável, quantidade e qualidade de embriões transferíveis. A comparação deve considerar grupos semelhantes e registrar mudanças simultâneas no manejo. Sem esses registros, é difícil distinguir o efeito do suplemento de variações sazonais ou de outras intervenções.

6.4 Integração com o manejo reprodutivo

O fornecimento adequado de vitamina A deve integrar um programa nutricional mais amplo (Pereira *et al.,* 2026). A condição corporal antes do parto e no início da estação reprodutiva, assim como a oferta de energia e proteína, influencia os resultados reprodutivos (D'Occhio *et al.,* 2019). A disponibilidade de água é essencial para a manutenção fisiológica e o desempenho produtivo (Williams *et al.,* 2017). O controle sanitário e de doenças infecciosas contribui para reduzir perdas reprodutivas (Alfieri *et al.,* 2019), enquanto o controle de parasitas auxilia na manutenção da saúde e da produtividade do rebanho. O manejo do estresse térmico é importante para preservar a fertilidade e o desenvolvimento embrionário (Negrón-Pérez *et al.,* 2019). Por fim, a execução correta dos protocolos reprodutivos contribui para melhorar a eficiência da inseminação artificial e os resultados reprodutivos (Sales *et al.,* 2019; Castro et al., 2018). Quando existe baixa taxa de prenhez, a investigação deve priorizar a identificação das possíveis causas, incluindo fatores nutricionais, metabólicos, sanitários e de manejo reprodutivo, antes de aumentar indiscriminadamente as doses de vitaminas (Pereira *et al.,* 2026; Diskin *et al*., 2016).

Uma abordagem orientada por evidências consiste em corrigir deficiências identificadas, evitar excesso e acompanhar os resultados. Essa estratégia é mais segura do que administrar altas doses de forma indiscriminada, sobretudo porque os ensaios disponíveis não demonstram resposta positiva consistente em todos os indicadores reprodutivos.

7. Considerações finais

A vitamina A desempenha funções essenciais à manutenção dos tecidos, à diferenciação celular e ao desenvolvimento embrionário, sendo biologicamente

relevante para a reprodução de fêmeas bovinas. Estudos experimentais indicam que o retinol pode influenciar o desenvolvimento de oócitos e embriões em condições específicas, ensaios com vacas superovuladas encontraram aumento no número de blastocistos ou embriões viáveis em determinados protocolos. Esses achados sustentam a possibilidade de aplicação em contextos especializados, principalmente na produção de embriões.

Entretanto, a evidência de que a suplementação aumenta a taxa de concepção em vacas de produção é limitada e variável. Estudos com β-caroteno em vacas leiteiras frequentemente demonstram aumento das concentrações sanguíneas sem melhora dos indicadores reprodutivos. Alguns resultados apontam benefícios em desfechos específicos, como menor retenção de placenta em vacas multíparas, mas não confirmam melhora geral da fertilidade. Também é necessário distinguir efeitos do β-caroteno daqueles da vitamina A pré-formada.

A suplementação excessiva não é recomendada como estratégia geral para elevar a fertilidade. Altas doses não garantiram melhora reprodutiva em estudos e pesquisas demonstram que a exposição inadequada a retinoides pode prejudicar o desenvolvimento gestacional. Assim, os possíveis benefícios dependem do estado nutricional, da dose, da via de administração, do momento fisiológico e do objetivo produtivo.

A utilização da vitamina A deve priorizar o atendimento das exigências nutricionais e a correção de deficiências. A vitamina A pode contribuir para a saúde e o funcionamento reprodutivo quando faz parte de um programa nutricional adequado, mas não deve ser considerada um recurso isolado nem uma garantia de aumento das taxas reprodutivas. Ainda são necessários estudos em condições de campo que avaliem diferentes níveis de suplementação e seus efeitos sobre a taxa de concepção, a manutenção da gestação e o nascimento de bezerros viáveis.

8. Referências bibliográficas

ABDELNOUR, S. A. *et al.* The usefulness of retinoic acid supplementation during in vitro oocyte maturation for the in vitro embryo production of livestock: a review. **Animals**, v. 9, n. 8, art. 561, 2019. https://doi.org/10.3390/ani9080561.

ALFIERI, A. A. *et al.* Sanitary program to reduce embryonic mortality associated with infectious diseases in cattle. **Animal Reproduction**, v. 16, n. 3, p. 386–393, 2019. https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR2019-0073.

AMARAL, B. C. do *et al.* Efeito de diferentes dosagens de vitamina A injetável na produção e qualidade de embriões bovinos da raça Nelore. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, 2004. https://doi.org/10.1590/S1413-70542004000300024.

CASTRO, F. C.; FERNANDES, H.; LEAL, C. L. V. Sistemas de manejo para maximização da eficiência reprodutiva em bovinos de corte nos trópicos. **Veterinária e Zootecnia**, v. 25, 2018. https://doi.org/10.35172/rvz.2018.v25.226.

DAIBERT, E. *et al.* Metabolites able to predict uterine diseases in crossbred dairy cows during the transition period. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 3, p. 1037–1048, 2018. https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n3p1037.

D'OCCHIO, M. J.; BARUSELLI, P. S.; CAMPANILE, G. Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: a review. **Theriogenology**, v. 125, p. 277–284, 2019. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.11.010.

DISKIN, M. G.; KENNY, D. A. Managing the reproductive performance of beef cows. **Theriogenology**, v. 86, n. 1, p. 379–387, 2016. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.052.

DUQUE, P. *et al.* Enhancement of developmental capacity of meiotically inhibited bovine oocytes by retinoic acid. **Human Reproduction**, v. 17, n. 10, p. 2706–2714, 2002. https://doi.org/10.1093/humrep/17.10.2706.

FACTOR, L. *et al.* Effects of supplementation of grazing Nellore cows with β-carotene and vitamins A + D3 + E + biotin on follicle diameter, oestrus, establishment of pregnancy, and foetal morphometry. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 59, n. 7, e14660, 2024. https://doi.org/10.1111/rda.14660.

FOLMAN, Y.; ASCARELLI, I.; KRAUS, D.; BARASH, H. Adverse effect of beta-carotene in diet on fertility of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 70, n. 2, p. 357–366, 1987. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(87)80017-6.

GORGACZ, E. J. *et al.* Morphologic alterations associated with decreased cerebrospinal fluid pressure in chronic bovine hypervitaminosis A. **American Journal of Veterinary Research**, v. 36, n. 2, p. 171–180, 1975. https://doi.org/10.2460/ajvr.1975.36.02.171.

GOUVÊA, V. N. *et al.* The combination of β-carotene and vitamins improve the pregnancy rate at first fixed-time artificial insemination in grazing beef cows. **Livestock Science**, v. 217, p. 30–36, 2018. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.09.002.

HIDALGO, C. *et al.* Oocytes recovered from cows treated with retinol become unviable as blastocysts produced in vitro. **Reproduction**, v. 129, n. 4, p. 411–421, 2005. https://doi.org/10.1530/rep.1.00548.

HYE, N. *et al.* Effect of two postpartum intramuscular treatments with β-carotene (Carofertin®) on the blood concentration of β-carotene and on the reproductive performance parameters of dairy cows. **Theriogenology**, v. 148, p. 1–7, 2020. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.02.042.

LEE, S.-Y. *et al.* In vitro developmental competence predicts pregnancy outcomes following transfer of beef embryos to dairy recipients: a retrospective study. **Animals**, v. 16, n. 4, art. 525, 2026. https://doi.org/10.3390/ani16040525.

LEROY, J. L. M. R. *et al.* The effect of a negative energy balance status on β-carotene availability in serum and follicular fluid of nonlactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 7, p. 5808–5819, 2016. https://doi.org/10.3168/jds.2016-10870.

LIVINGSTON, T. *et al.* Retinol improves bovine embryonic development in vitro. **Reproductive Biology and Endocrinology**, v. 2, art. 83, 2004. https://doi.org/10.1186/1477-7827-2-83.

LUCAS, C. G. *et al.* Tretinoin-loaded lipid-core nanocapsules decrease reactive oxygen species levels and improve bovine embryonic development during in vitro oocyte maturation. **Reproductive Toxicology**, v. 58, p. 131–139, 2015. https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2015.10.004.

MARTINS, E. R. *et al.* Influência da suplementação de vitaminas A, D e E na função imune de bezerros alimentados com dieta à base de feno capim tifton (Cynodon spp.). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 5, 2016. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000500016.

MILAZZOTTO, M. P. *et al.* Early cleavages influence the molecular and the metabolic pattern of individually cultured bovine blastocysts. **Molecular Reproduction and Development**, v. 83, n. 4, p. 324–336, 2016. https://doi.org/10.1002/mrd.22619.

MITSUISHI, H.; YAYOTA, M. The efficacy of β-carotene in cow reproduction: a review. **Animals**, v. 14, n. 14, art. 2133, 2024. https://doi.org/10.3390/ani14142133.

MOHAN, M. *et al.* Expression of retinol-binding protein messenger RNA and retinoic acid receptors in preattachment bovine embryos. **Molecular Reproduction and Development**, v. 60, n. 3, p. 289–296, 2001. https://doi.org/10.1002/mrd.1090.

MOHAN, M. *et al*. Expression patterns of retinoid X receptors, retinaldehyde dehydrogenase, and peroxisome proliferator activated receptor gamma in bovine preattachment embryos. **Biology of Reproduction**, v. 66, n. 3, p. 692–700, 2002. https://doi.org/10.1095/biolreprod66.3.692.

NEGRÓN-PÉREZ, V. M.; FAUSNACHT, D. W.; RHOADS, M. L. Invited review: Management strategies capable of improving the reproductive performance of heat-stressed dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 12, p. 10695–10710, 2019. https://doi.org/10.3168/jds.2019-16718.

OLIVEIRA, R. C. *et al.* Supplementation of prepartum dairy cows with β-carotene. **Journal of Dairy Science**, v. 98, 2015. https://doi.org/10.3168/jds.2014-9037.

PEREIRA, P. H. B. *et al.* Exploring vitamin A supplementation in beef cattle: implications for cow-calf systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 55, e20240194, 2026. https://doi.org/10.37496/rbz5520240194.

PICKWORTH, C. L. *et al.* Concentration of pro-vitamin A carotenoids in common beef cattle feedstuffs. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 5, p. 1553–1561, 2012. https://doi.org/10.2527/jas.2011-4217.

PROM, C. M.; ENGSTROM, M. A.; DRACKLEY, J. K. Effects of prepartum supplementation of β-carotene in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 105, n. 5, p. 4116–4127, 2022. https://doi.org/10.3168/jds.2021-21482.

READ, C. C.; DYCE, P. W. All-trans retinoic acid exposure increases connexin 43 expression in cumulus cells and improves embryo development in bovine oocytes. **Molecular Reproduction and Development**, v. 86, n. 12, p. 1865–1873, 2019. https://doi.org/10.1002/mrd.23274.

SHAW, D. W. *et al*. Effect of retinol palmitate on ovulation rate and embryo quality in superovulated cattle. **Theriogenology**, v. 44, n. 1, p. 51–58, 1995. https://doi.org/10.1016/0093-691X(95)00147-Z.

SHIMIZU, T. Molecular and cellular mechanisms for the regulation of ovarian follicular function in cows. **The Journal of Reproduction and Development**, v. 62, n. 4, p. 323–329, 2016. https://doi.org/10.1262/jrd.2016-044.

SOARES, S. R. V.; REIS, R. B.; DIAS, A. N. Fatores de influência sobre o desempenho reprodutivo em vacas leiteiras. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, n. 2, p. 451–459, 2021. https://doi.org/10.1590/1678-4162-11689 .

SPEER, H. F.; WILKE, K. H.; DREWNOSKI, M. E. Effects of vitamin A supplementation on liver retinol concentrations of beef cows and their calves managed in confinement. **Applied Animal Science**, v. 40, n. 5, p. 619–626, 2024. https://doi.org/10.15232/aas.2024-02564.

THARNISH, T. A.; LARSON, L. L. Vitamin A supplementation of Holsteins at high concentrations: progesterone and reproductive responses. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 9, p. 2375–2381, 1992. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77998-3.

WANG, J. Y.; OWEN, F. G.; LARSON, L. L. Effect of beta-carotene supplementation on reproductive performance of lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 1, p. 181–186, 1988. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79540-5.

WANKHADE, P. R. *et al.* Metabolic and immunological changes in transition dairy cows: a review. **Veterinary World**, v. 10, n. 11, p. 1367–1377, 2017. https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.1367-1377.

WELLMANN, K. B. *et al.* Evaluation of the dietary vitamin A requirement of finishing steers via systematic depletion and repletion, and its effects on performance and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 9, skaa266, 2020. https://doi.org/10.1093/jas/skaa266.

WILLIAMS, L. R. *et al.* Drinking frequency effects on the performance of cattle: a systematic review. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, 2017. https://doi.org/10.1111/jpn.12640.