

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO PARENTERAL DE  $\beta$ -CAROTENO  
PRÉ-INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO EM VACAS DE  
CORTE**

**AMANDA LOPES BOOS**

**Campo Grande – MS**

**2025**

**AMANDA LOPES BOOS**

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO PARENTERAL DE  $\beta$ -CAROTENO  
PRÉ-INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO EM VACAS DE  
CORTE**

**AMANDA LOPES BOOS**

**Orientador: Gumerindo Loriano  
Franco**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Medicina Veterinária apresentado à Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária

**Campo Grande – MS**

**2025**

**AMANDA LOPES BOOS**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Gumerindo Loriano Franco

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

---

Titular: Prof. Dr. Fabio José Carvalho Faria

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

---

Titular: Prof. Dr. Gustavo Guerino Macedo

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

AMANDA LOPES BOOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 25 de novembro  
de 2025, e aprovado pela Banca Examinadora:

Prof. Dr. Gumercindo Loriano Franco  
Orientador

Fábio José Carvalho Faria  
Prof. Dr. Fabio José Carvalho Faria

Prof. Dr. Gustavo Guerino Macedo

## AGRADECIMENTOS

Neste momento tão especial da minha trajetória acadêmica, não poderia deixar de expressar minha profunda gratidão a todos que estiveram comigo ao longo dessa jornada.

À minha mãe, Alexsandra Fernandes Lopes, minha eterna companheira, minha base e meu porto seguro, obrigada por estar ao meu lado durante todos esses anos, oferecendo apoio, força e muito amor. Sua presença, seu carinho e sua fé em mim foram essenciais para que eu pudesse chegar até aqui. Ao meu pai, Tomas Karl Boos, que mesmo fisicamente distante, nunca deixou de estar presente. Seu incentivo e sua confiança em mim atravessaram qualquer distância e me deram coragem nos momentos em que mais precisei. A vocês dois, minha eterna gratidão.

Ao meu irmão, Victor Lopes Boos, meu companheiro de vida, meu melhor amigo. Durante esses anos, a saudade apertou muitas vezes, mas mesmo longe, você esteve presente quando eu precisava. Obrigada por ser esse irmão incrível, que me conhece como ninguém e que sempre torceu por mim com todo o coração.

Ao meu namorado, Guilherme Bigal, obrigada por trilhar essa jornada ao meu lado, por dividir comigo cada desafio e cada conquista, e por sempre acreditar em mim. Sem você ao meu lado, nada disso teria sido igual. Você tornou essa caminhada mais leve, mais bonita e mais cheia de sentido.

Aos amigos que a vida me presenteou durante a faculdade, meu mais sincero agradecimento. Vocês foram muito mais do que colegas de sala, foram parceiros de jornada, companheiros de luta e de risadas, apoio nos dias difíceis e celebração nos momentos de conquista. Cada conversa, cada trabalho em grupo, cada momento estudando juntos, tudo isso construiu uma conexão que levarei comigo para sempre.

Gostaria de expressar minha sincera gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Gumercindo Loriano Franco, cuja dedicação, paciência e sabedoria foram essenciais para minha formação acadêmica e para o meu crescimento como estudante e como pessoa. Mais do que um guia técnico, foi um verdadeiro mentor, que soube me desafiar, me apoiar e me inspirar ao longo dessa jornada. Levo comigo não apenas os ensinamentos teóricos, mas também os valores e a postura profissional que aprendi com seu exemplo. Muito obrigada por acreditar no meu potencial e por fazer parte dessa conquista.

Por fim, à equipe da empresa FFlores Consultoria Rural, minha mais sincera gratidão. Obrigada por me receberem de braços abertos durante meu estágio obrigatório, por confiarem em mim mesmo quando eu ainda estava aprendendo e por me guiarem com tanta paciência e generosidade. Cada ensinamento, cada orientação e cada oportunidade de crescimento que recebi nesse período foram fundamentais para minha formação profissional e pessoal. Entrei como uma estudante cheia de dúvidas e saí como uma pessoa mais segura, mais preparada e profundamente transformada. Levo comigo não apenas o conhecimento técnico, mas também o exemplo de profissionalismo, empatia e dedicação que encontrei em cada um de vocês. Muito obrigada por fazerem parte da minha trajetória.

# **SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2. CARACTERIZAÇÃO DO ESTÁGIO .....</b>	<b>7</b>
2.1 Localização .....	7
2.2 Atividades Desenvolvidas.....	8
2.2.1 Fazenda.....	8
2.2.2 Escritório.....	13
2.3 Casuística .....	13
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>15</b>
<b>4. PESQUISA .....</b>	<b>15</b>
4.1 Introdução .....	15
4.2 Revisão de Literatura .....	17
4.3 Materiais e Métodos .....	24
4.4 Resultados .....	27
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>31</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>32</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

O Estágio Obrigatório representa um papel fundamental para a formação do médico veterinário, pois possibilita o aprendizado teórico e prático, dentro do mercado de trabalho. Durante esse período, o estudante dispõe de uma oportunidade valiosa para aprimorar suas competências técnicas e ampliar seus conhecimentos na área de sua escolha.

Para a realização desse estágio, foi selecionada a área de produção de bovinos de corte, a qual abrange práticas relacionadas ao manejo de confinamento, nutrição, seleção e aparte de rebanho, controles zootécnicos, planejamento e métricas agropecuárias. O local escolhido para o desenvolvimento do estágio foi a empresa FFlores Consultoria Rural, localizada em Campo Grande – MS. As atividades foram desenvolvidas entre o dia 2 de junho de 2025 a 31 de outubro de 2025.

A carga horária foi cumprida em regime integral, com dedicação de 40 horas semanais, totalizando 841 horas. Paralelamente ao estágio, o Trabalho de Conclusão de Curso foi orientado pelo Professor Gumercindo Loriano Franco.

## **2. CARACTERIZAÇÃO DO ESTÁGIO**

### **2.1 Localização**

O local de realização do estágio foi a empresa FFlores Consultoria Rural, localizada no estado de Mato Grosso do Sul, município de Campo Grande, no bairro São Bento, rua Luiz Dódero número 54. Fundada em 2012 pelo médico veterinário Fernando Flores, a FFlores é uma empresa de consultoria técnica atuante no setor do agronegócio, que oferece a seus clientes atividades que envolvem todo o processo da cadeia de produção de bovinos de corte a pasto e confinamento. A FFlores atende clientes no Brasil, Paraguai e Bolívia, sempre pautados na excelência da prestação de serviços e inovação de processos.

A empresa possui 30 colaboradores qualificados, frota própria de 25 veículos e diversos setores que proporcionam aos clientes um atendimento personalizado, com soluções de serviços que trazem praticidade, produtividade e rentabilidade.



Figura 1. Empresa FFlores Consultoria Rural. Fonte: Arquivo Pessoal.

O supervisor do Estágio Obrigatório foi o médico veterinário Wagner Ioshida. As atividades desenvolvidas durante o estágio foram realizadas tanto no escritório, como nas fazendas atendidas pela empresa. No escritório, as tarefas desempenhadas foram no setor de Gestão e Métricas Agropecuárias, supervisionadas pela médica veterinária Cristiane Hoffomam, que incluía o desenvolvimento de controles zootécnicos e financeiros de fazendas, além da apresentação dos resultados aos clientes. Nas fazendas, as atividades desenvolvidas foram supervisionadas pelo médico veterinário Julio Guimarães Sales e, concentraram-se, predominantemente, no manejo de confinamento.

## 2.2 Atividades Desenvolvidas

### 2.2.1 Fazenda

Nas fazendas, as principais atividades desenvolvidas estavam relacionadas ao confinamento de bovinos de corte. Previamente à entrada dos animais nas baias de confinamento, realizava-se uma auditoria do rebanho. Esse procedimento envolvia a identificação individual dos bovinos por meio de brincos, a execução do manejo sanitário, que incluía administração de vacinas contra clostrídios, bem como vacinas respiratórias (IBR, BVD, Parainfluenza e Pneumonia), além da realização de vermifugação e aplicação de pour-on, a pesagem dos animais e sua separação

estratégica para a formação de lotes homogêneos, considerando critérios como peso corporal, raça e categoria do rebanho.

A leitura de cocho é um dos pilares do confinamento, ela foi realizada todos os dias durante o período de estadia nas fazendas. Essa prática tem o objetivo de avaliar se houve escassez ou sobra de ração no cocho, evitando assim o desperdício de comida e, ao mesmo tempo, permite que sempre haja uma pequena quantidade de comida disponível para o animal. A leitura de cocho é realizada por meio de uma escala que varia de -2 a 3. As leituras -2, -1 e 0 indicam que o cocho está limpo, sendo recomendados aumentos na quantidade de trato de 2 kg, 1 kg e 0,5 kg por cabeça, respectivamente. A leitura 1 representa um cocho praticamente limpo, mantendo-se a quantidade de trato. As leituras 2 e 3 sinalizam sobra de alimento no cocho, sendo necessário reduzir a quantidade de trato em 1 kg e 2 kg por cabeça, respectivamente. A partir dessa análise, é possível ajustar a quantidade de ração em cada baia, aumentando ou diminuindo a dieta, até alcançar um valor ideal para o consumo.

A avaliação do escore fecal, também foi uma atividade desenvolvida durante as visitas a fazendas. Essa prática tem como objetivo avaliar as fezes do animal, em uma escala de 1 a 5 (Figura 2 e 3)(Tabela 1). Ela está diretamente associada com a avaliação da saúde do sistema digestivo do animal, bem como do tipo de alimento incluso na dieta

Tabela 1. Escala do Escore de Fezes

Escore de Fezes	
1	Fezes líquidas, normalmente eliminadas em jatos, sinalizam quadro de diarreia
2	Fezes semi-líquidas, não formam uma pilha.
3	Fezes amolecidas e pastosas, formam uma pilha, é o escore ideal.
4	Fezes duras, com formato anelado
5	Fezes extremamente duras e secas, com formato anelado



Figura 2. Escore de Fezes 3. Fonte: Arquivo Pessoal



Figura 3. Escore de Fezes 4. Fonte: Arquivo pessoal

Com o objetivo de assegurar uma dieta de elevado valor nutritivo aos animais, foi realizada rotineiramente a análise de matéria seca (MS) dos alimentos incluídos nas dietas, os quais variaram conforme a fazenda. Dentre os ingredientes avaliados, destacaram-se o bagaço de cana-de-açúcar, a silagem de cana-de-açúcar e a silagem de grão de milho úmido. Essa análise consiste na retirada de toda a umidade presente no alimento, para verificar exatamente a quantidade de nutriente que esse alimento está fornecendo ao animal. As análises de MS eram realizadas utilizando uma “Air fryer” como método de secagem. Eram colocados 150 gramas da amostra no equipamento, ajustado à temperatura de 120 °C por 30 minutos. Após esse período, a amostra era pesada para verificar a perda de umidade. Em seguida, a amostra

permanecia por mais 10 minutos na mesma temperatura, até que o peso se estabilizasse, indicando a completa remoção da umidade residual.

Seguindo a mesma lógica de avaliação da dieta animal, também foi realizada a avaliação da granulometria da dieta pela técnica das peneiras “Penn State”, que consiste em um instrumento, contendo 4 peneiras de diferentes crivos, desenvolvido para mensurar o tamanho das partículas presentes nos alimentos que compõem a dieta. O tamanho das partículas dos alimentos interfere diretamente em sua taxa de passagem pelo trato digestivo, bem como a ação dos microrganismos ruminais sobre o alimento. Essa técnica é mais utilizada para avaliação de alimentos volumosos.



Figura 4. Resultado da técnica Penn State com silagem de cana-de-açúcar. Fonte: Arquivo Pessoal.

Para a mensuração do tamanho das partículas de milho, foi feita a granulometria do milho. Essa técnica é realizada a partir de um instrumento contendo 5 peneiras de tamanhos diferentes. O objetivo dessa análise é verificar se o milho está sendo moído corretamente, e que não há a presença de grãos inteiros na dieta.



Figura 5. Resultado da granulometria do milho. Fonte: Arquivo Pessoal.

Durante o período de confinamento dos animais, o controle era realizado por meio do sistema GePec. Nesse sistema, cada animal é devidamente cadastrado e

alocado em sua respectiva baia, permitindo o monitoramento individual ao longo do confinamento. O sistema disponibiliza uma ampla gama de informações relevantes para a gestão do confinamento, incluindo o controle diário, que contém a quantidade de animais por baia, a estimativa de peso corporal médio, a proporção de MS consumida por animal em relação ao peso corporal, bem como o consumo efetivo de MS por baia. Adicionalmente, realiza o monitoramento integral das entradas e saídas de insumos, permitindo o acompanhamento preciso do estoque atual disponível.

Os animais em confinamento eram submetidos a dois tipos distintos de dieta ao longo do período de engorda. A dieta de adaptação era administrada por um período de 14 a 21 dias, essa dieta apresenta maior proporção de volumoso, com o objetivo de promover a transição gradual do sistema digestivo dos animais para uma alimentação com mais alimentos concentrados. A dieta de terminação era fornecida até o final do confinamento, essa dieta é caracterizada por uma maior concentração de alimentos concentrados, visando o máximo ganho de peso e eficiência alimentar.

Tabela 2. Exemplo de dietas

Dieta de Adaptação		Dieta de Terminação	
Bagaço de Cana	30,32%	Bagaço de Cana	16,05%
Milho Moído	27,73%	Milho Moído	45,70%
Casca de Soja	9,11%	Casca de Soja	13,45%
Farelo de Amendoim	16,80%	Farelo de Amendoim	8,08%
Ureia Protegida	0,83%	Ureia Protegida	0,86%
Núcleo Confinamento	1,58%	Núcleo Confinamento	1,65%
Água	13,63%	Água	14,21%
<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>	<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>

Dentre as fazendas acompanhadas, destaca-se a Fazenda AnnaLu, por ter sido a mais visitada, ela adota como sistema de produção o confinamento de novilhas. Nessa propriedade, foi realizado o acompanhamento integral do processo de produção, iniciando-se com a auditoria do rebanho e o ingresso dos animais no sistema de confinamento, estendendo-se até a etapa final de abate no frigorífico. As novilhas em questão foram incluídas no Protocolo 1953 da JBS, um programa voltado para o abate de novilhas jovens ou machos castrados que atendam a critérios específicos de qualidade. Entre os requisitos do protocolo, destacam-se: exigência de 50% ou mais de sangue taurino e um nível de acabamento de gordura superior.

## 2.2.2 Escritório

Durante o período no escritório, foi realizada a consolidação das informações obtidas nas fazendas, com o intuito de gerar os dados necessários para as análises. Foram realizadas evoluções de rebanho, ferramenta essencial para o controle da quantidade de animais presentes nas propriedades. Além disso, foram elaborados relatórios voltados à organização da área financeira das fazendas, os quais cada item de custeio e investimento foi devidamente classificado por centro de custo, possibilitando, assim, a apresentação de resultados financeiros claros e estruturados aos clientes.

Categoría	Novilhas Angus		
Qtd.		61	
JBS und. I	JBS Und I		
Data inicial	08/07/2025		
Peso inicial	420,28		
Carcaça inicial	210,14		
@ inicial	14,01		
Data final	06/10/2025		
Peso Final	565,43		
Carcaça Final	291,93		
@ final	19,46		
Rendimento de Carcaça	51,63%		
Dias de cocho	90		
Ganho Médio de Peso Vivo Diário	1,613		
Ganho Médio de Peso Carcaça Diário	0,909		
@ produzidas	5,45		
<b>R\$/@ produzida</b>	<b>R\$ 234,46</b>		
<b>Obs.:</b>			
<b>CONVERSÃO ALIMENTAR MÉDIA NORMAL: DE 6 KG A 7 KG Kg/MS</b>			
<b>EFICIÊNCIA DE GANHO DE CARCAÇA ACIMA DE 60% BOM ACIMA DE 70% EXCELENTE</b>			
<b>EFICIÊNCIA ALIMENTAR 10 BOM, 15 MUITO BOM , ACIMA DE 15 EXCELENTE</b>			

Figura 6. Exemplo de Relatório de Abate. Fonte: Arquivo Pessoal.

Também foram elaborados relatórios referentes ao abate dos animais provenientes do sistema de confinamento. Esses documentos apresentam, de forma detalhada, os principais indicadores de produção e financeiros de cada lote de animais, abrangendo todo o período desde a entrada no confinamento até o momento do abate. Dentre os parâmetros avaliados, destacam-se: SPREAD, consumo de MS por peso corporal, conversão alimentar, custo por arroba produzida, quantidade de arrobas produzidas, consumo de MS, ganho médio de peso diário, entre outros.

## 2.3 Casuística

Durante todo o período de estágio, foi realizado o acompanhamento técnico em um total de 12 propriedades rurais (Tabela 3). Cada uma das fazendas apresentou um modelo específico de sistema de produção, conforme demonstrado na Tabela 4. Dentre os sistemas de produção acompanhados, o confinamento foi o mais recorrente.

De modo geral, observou-se que a maior parte das atividades desenvolvidas ao longo do estágio ocorreu em propriedades rurais, como evidenciado na Tabela 5.

Tabela 3. Quantidade de visitas às fazendas

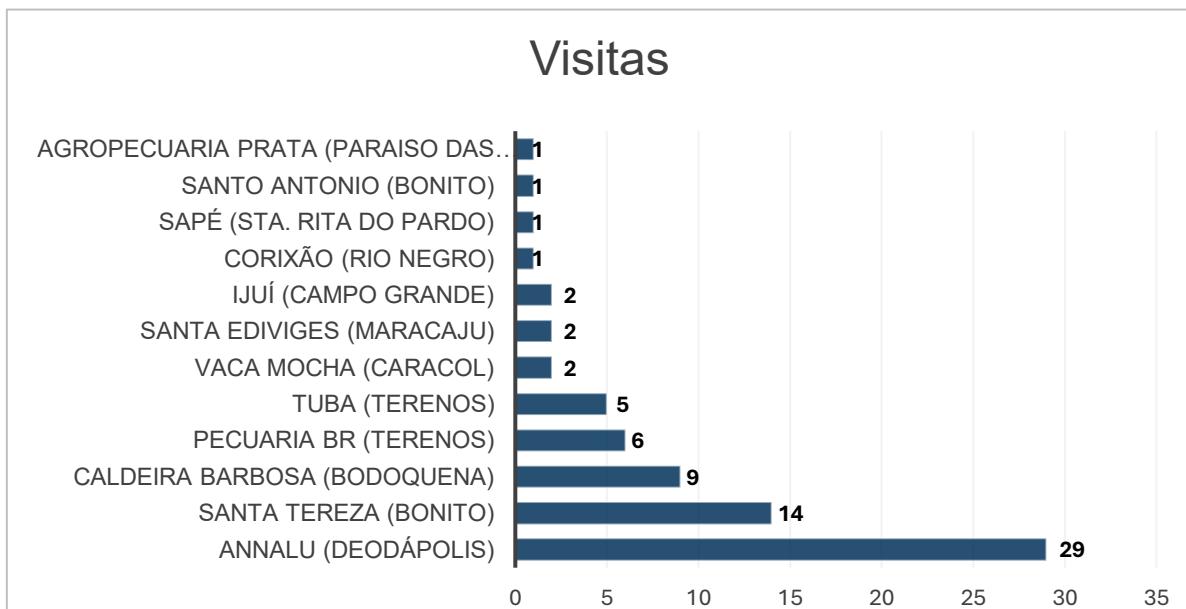


Tabela 4. Sistemas de Produção

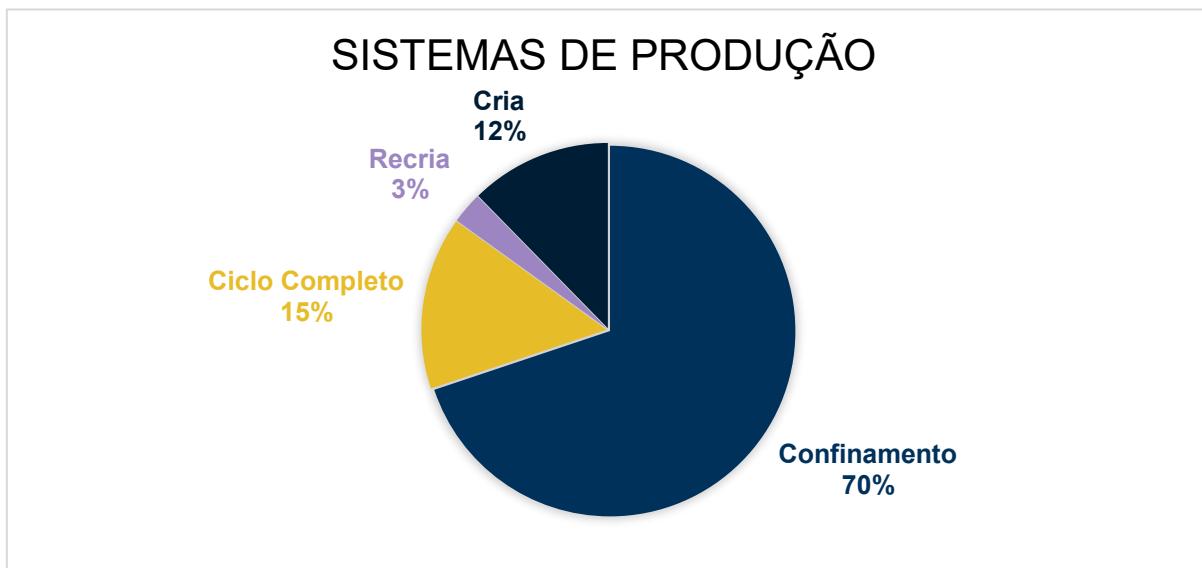


Tabela 5. Quantidade de dias no escritório e nas fazendas



### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, o estágio na empresa FFlores atendeu plenamente às expectativas previstas. O plano de estágio foi integralmente cumprido, permitindo a execução de todas as atividades programadas. Durante o período de realização, foi possível vivenciar de forma direta e aprofundada os processos que envolvem a rotina profissional, favorecendo o desenvolvimento de competências essenciais à atuação na área. A diversidade de atividades executadas, aliada ao acompanhamento técnico e a troca de experiências com profissionais da área, proporcionou uma vivência enriquecedora. Além disso, o estágio permitiu a consolidação de conteúdos teóricos por meio da prática, fortalecendo a capacidade de análise crítica, tomada de decisão e resolução de problemas.

### 4. PESQUISA

#### 4.1 Introdução

A nutrição dos animais apresenta grande influência sobre sua saúde e níveis de produtividade, tendo em vista que fatores como crescimento, reprodução e função imune são diretamente dependentes de uma nutrição adequada. Nesse sentido, deficiências de macronutrientes como a energia, proteína e macrominerais,

comumente associadas a mudanças na condição corporal, são facilmente associadas a problemas reprodutivos e baixos níveis de produtividade (Waldner e Uehlinger, 2017).

Todavia, estudos têm mostrado que a redução nos níveis de produtividade pode ocorrer independentemente de deficiências de macronutrientes, levantando questões a respeito de outros fatores nutricionais como as deficiências de micronutrientes (Elghafghuf et al., 2014).

Durante as últimas décadas, a importância da nutrição mineral e vitamínica na manutenção da saúde e função imune tem sido estudada e reconhecida. Deficiências clínicas desses nutrientes podem produzir sintomas clássicos como crescimento retardado e aparência debilitada, todavia, as deficiências subclínicas são mais amplamente distribuídas e mais dificilmente detectadas, podendo acarretar perdas econômicas superiores (Kegley et al., 2016).

Nesse sentido, a vitamina A atua em diversas funções, desde a manutenção da integridade da pele e mucosas, síntese de hormônios e imunidade e sua carência pode acarretar diversos problemas como redução do apetite, atraso no crescimento, problemas ósseos e visuais, maior sensibilidade a infecções e problemas reprodutivos, incluindo sinais fracos de cio, atraso na ovulação, baixa taxa de concepção e abortos (NASEM, 2016).

A vitamina A não ocorre em tecidos vegetais, com seu suprimento dietético em ruminantes sendo originado a partir dos carotenoides, que são precursores dessa vitamina. Cerca de 90% da vitamina A corporal encontra-se armazenada no fígado, sendo as concentrações sanguíneas controladas com base nesse estoque, que pode servir como proteção contra hipovitaminoses por períodos de 2 a 4 meses. Uma vez depletados esses estoques, as concentrações sanguíneas podem reduzir rapidamente, levando a ocorrência de sinais clínicos de deficiência (NASEM, 2016).

Forragens em crescimento vegetativo são normalmente ricas em caroteno, sendo suas concentrações reduzidas com a senescência dos tecidos vegetais. Desse modo, em condições normais de pastejo, a maioria dos ruminantes adultos apresentará reservas adequadas de vitamina A no fígado, que podem ser utilizados durante o período seco. Todavia, em algumas situações como para animais jovens, em crescimento, gestantes ou lactantes, as exigências encontram-se aumentadas ou os níveis de consumo de carotenoides ou reservas corporais de vitamina A são

reduzidos, aumentando a probabilidade de ocorrência de hipovitaminoses (Parker et al., 2017).

A suplementação com vitamina A (retinol) é comumente realizada a bovinos de corte para assegurar níveis elevados de saúde e produtividade, contudo, uma fração considerável da vitamina suplementar é destruída pelos microrganismos ruminais, podendo variar de 20% em dietas a base de forragem a 80% em dietas ricas em concentrado. Assim, estudos têm sido realizados visando a proteção da vitamina A, para minimizar a sua destruição pelos microrganismos ruminais e aumentar a quantidade que chega ao duodeno (Alosilla Jr. et al., 2007).

Além de ser o principal precursor de vitamina A, o β-caroteno pode ser absorvido intacto e ser temporariamente armazenado no fígado, apresentando um papel independente dessa vitamina, tendo sido observadas correlações positivas entre a suplementação com βcaroteno e a função reprodutiva (De Gouvêa et al., 2018), onde baixas concentrações plasmáticas de β-caroteno estão associadas a problemas no ciclo estral e infertilidade (Ay et al., 2012).

A suplementação de β-caroteno via parenteral ajuda a contornar problemas de absorção e as interações negativas que podem ocorrer durante a fermentação ruminal, permitindo um atendimento de forma mais eficiente à demanda dos animais. A maioria dos estudos avaliando a suplementação com β-caroteno foi realizado em rebanhos leiteiros. Desse modo, tornam-se necessários estudos avaliando a suplementação com β-caroteno em momentos específicos do ciclo de produção e reprodução de bovinos de corte.

O presente estudo teve como objetivo geral avaliar os efeitos da suplementação parenteral de β-caroteno sobre o metabolismo e o desempenho reprodutivo de vacas da raça Nelore submetidas à Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF). Especificamente, buscou-se analisar a influência dessa suplementação sobre o volume do corpo lúteo, o crescimento do conceito e a taxa de prenhez.

## 4.2 Revisão de Literatura

Para bovinos de corte confinados as exigências de vitamina A foram fixadas em 2.200 UI/kg de MS, 2.800 UI/kg de MS para novilhas e vacas prenhes e 3.900 UI/kg de MS para vacas em lactação e animais em reprodução (NASEM, 2016).

A vitamina A pode ser encontrada apenas nos tecidos dos animais. Assim, os animais herbívoros têm sua principal fonte de vitamina A nos carotenoides presentes nos vegetais.

Diversos carotenoides possuem atividade de vitamina A, como β-caroteno, α-caroteno, γ-caroteno e criptoxantina (presente no grão de milho). De forma geral, esses carotenoides podem ou não ser convertidos à vitamina A no intestino delgado, sendo transportados via sistema linfático e armazenados no fígado (Parker et al., 2017). Além da parede intestinal, o fígado e as estruturas ovarianas também atuam na conversão dos carotenoides em vitamina A (Çelik t al., 2009).

Diversos fatores podem afetar a composição dos carotenoides dos alimentos, como: as condições de crescimento, maturidade no momento da colheita, armazenamento pós-colheita e processamento. De modo geral, forragens frescas podem apresentar níveis de equivalentes de vitamina A mais de 10 vezes superior ao observado em forragens secas, que possuem concentrações variando entre 1.500 a 3.600 UI/kg de MS, comparativamente a concentrações acima de 35.000 UI/kg de MS em forragens frescas, sendo cerca de 80% dos carotenoides das gramíneas perdidos ou degradados durante o processo de fenação (Pickworth et al., 2012).

O milho, um dos principais ingredientes utilizados na formulação de suplementos concentrados e em dietas de confinamento, apresenta apenas traços de carotenoides. Ainda, o processamento apresenta pouco efeito sobre os níveis de carotenoides do grão, com concentrações de 170, 150 e 137 UI/kg de MS de equivalentes de vitamina A para grãos inteiros, triturados ou floculados, respectivamente. O milho de alta umidade apresenta cerca de 360 UI/kg de MS, valor cerca de 40% superior ao observado nos grãos inteiros devido à ausência do processo de secagem. Coprodutos do milho também apresentam níveis maiores de carotenoides, com valores médios de 3.750, 800 e 480 UI/kg de MS para o glúten de milho, grãos úmidos de destilaria e grãos secos de destilaria, respectivamente. De forma semelhante, coprodutos da soja apresentam níveis ainda menores de carotenoides, com valores médios de 44 e 55 UI/kg de MS para o farelo de soja e a casca de soja, respectivamente (Pickworth et al., 2012).

Com o início da digestão fermentativa no rúmen, a matriz vegetal é degradada e os carotenoides são liberados no fluido ruminal. A extensão da degradação dos

carotenoides pelos microrganismos é bastante variável, podendo chegar a 55% (Nozière et al., 2006).

O tipo de dieta e consequentemente o perfil de fermentação ruminal podem afetar o suprimento de vitamina A para ruminantes devido à ocorrência de degradação ruminal e ineficiências na digestão, absorção e atividade enzimática, associados à digestão e absorção lipídica (NASEM, 2016). Em bovinos, uma dieta com relação concentrado: volumoso 70:30, foram observadas perdas de aproximadamente 80% de provitamina A, enquanto em dietas a base de forragem as perdas foram de aproximadamente 20% (Alosilla Jr. et al., 2007).

A forma de suplementação dos carotenoides poderia explicar a grande variação na degradação observada entre os diferentes estudos, sendo observados maiores taxas de degradação quando os carotenoides foram suplementados na forma de produtos purificados comparativamente ao seu fornecimento na forma de forragens (Nozière et al., 2006).

Assim, a suplementação via parenteral de  $\beta$ -caroteno poderia contornar os efeitos da fermentação ruminal sobre os carotenoides, permitindo um maior aporte ao animal, garantindo o fornecimento de níveis adequados, de forma individual, em momentos em que os alimentos disponíveis apresentam uma baixa concentração dessas moléculas ou ainda em momentos estratégicos onde haja uma maior demanda por carotenoides e vitamina A.

As moléculas que possuem atividade de vitamina A podem ser divididas basicamente em dois grupos, aqueles que carregam essa atividade no tecido animal (retinol, hidro retinol, ácido retinoico e retinal) e os carotenoides, que são encontrados em tecidos vegetais e serão convertidos em retinol no corpo. Essa conversão ocorre principalmente no intestino e no fígado, por ação da enzima beta-caroteno-15,15'-dioxigenase, que converte uma molécula de  $\beta$ -caroteno em duas moléculas de vitamina A. Embora pelo menos 80 provitaminas sejam conhecidas, a mais ativa e mais comum delas é o  $\beta$ -caroteno. Uma UI de vitamina A é equivalente a 0,03  $\mu$ g de vitamina A ou 0,6  $\mu$ g de  $\beta$ -caroteno (Ayaşan e Karakozak, 2010).

Os principais locais de armazenamento de  $\beta$ -caroteno no corpo incluem o plasma sanguíneo, seguido pelo fígado e tecido adiposo. Uma concentração elevada de  $\beta$ -caroteno pode ser encontrada também no corpo lúteo, dando a coloração amarelada a esse tecido (Akar e Gazioglu, 2006).

Os radicais livres como o superóxido ( $O_2^-$ ), peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) e hidroxila ( $OH^-$ ) são constantemente produzidos como parte do funcionamento celular normal, sendo altamente reativos, podendo destruir as membranas, proteínas e ácidos nucleicos das células. Como mecanismo de defesa, o corpo produz uma série de antioxidantes endógenos, capazes de remover esses radicais, de forma a manter um balanço adequado entre oxidantes e antioxidantes, mantendo a função celular normal e saúde. Todavia, em condições em que o estresse oxidativo se encontra elevado, a produção de radicais livres excede a produção endógena de antioxidantes, aumentando a demanda por antioxidantes exógenos para restabelecer o equilíbrio (Chew e Park, 2004).

O  $\beta$ -caroteno é um importante antioxidante e desempenha um papel na captura de radicais livres em tecidos a baixas pressões parciais de oxigênio, completando o efeito antioxidant da vitamina E, que é eficaz em concentrações mais altas de oxigênio. Essas moléculas apresentam papel chave na função imune, que possuem células particularmente sensíveis ao estresse oxidativo devido ao elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados na sua membrana celular, incluindo a estimulação da atividade dos neutrófilos, proliferação e atividade de linfócitos, elevada resposta de anticorpos, elevada produção de citocinas e elevada atividade da citocromo oxidase e peroxidase, proporcionando uma melhora na função imunológica do animal (Chew e Park, 2004; Elliott, 2005; Paul e Dey, 2015).

Os radicais livres e espécies reativas ao oxigênio também estão envolvidos em diversos aspectos da biologia reprodutiva e gestacional e podem implicar em uma série de problemas associados à divisão celular, diferenciação e crescimento pré-natal (Agarwal et al., 2006; Aurousseau et al., 2006). Esses radicais podem danificar a membrana das células luteais e afetar a produção de progesterona devido à interrupção do transporte de colesterol, prejudicando os receptores de LH ou a atividade das enzimas citocromo (Agarwal et al., 2005).

Baixos níveis circulantes de  $\beta$ -caroteno têm sido associados à ocorrência de estro prolongado, atraso na ovulação, redução na intensidade dos sinais de estro, baixas taxas de concepção e baixas concentrações de progesterona, com efeitos benéficos da suplementação sobre a reprodução, involução uterina acelerada, redução no intervalo entre o parto e o primeiro estro e maior produção de progesterona pelo corpo lúteo (Kaewlamun et al., 2011).

A regressão natural do corpo lúteo induzida pela PGF<sub>2α</sub> está associada ao acúmulo de espécies reativas ao oxigênio e o decréscimo nas enzimas protetivas e vitaminas antioxidantes. A correlação entre a capacidade antioxidant e os níveis de progesterona indica que mecanismos antioxidantes são ativados para a esteroidogênese no corpo lúteo de bovinos. Assim, as defesas antioxidantes no trato reprodutivo podem apresentar um papel regulatório na fertilidade dos animais (Pepperell et al., 2003; Stocco et al., 2007).

Existe um acúmulo, dependente da alimentação, de β-caroteno no tecido luteal de bovinos, sendo os níveis plasmáticos, folicular e do corpo lúteo influenciado pelo estágio do ciclo estral e gestação, estando relacionados com a função luteal independentemente da vitamina A (Arikan et al., 2002; Haliloglu et al., 2002).

Quando o corpo lúteo apresenta atividade metabólica elevada, baixos níveis de retinol podem ser observados, indicando um possível consumo de retinol durante a esteroidogênese. Dessa forma, a ingestão deve ser suficiente para permitir o acúmulo de β-caroteno no corpo lúteo, que atuará como precursor local de retinol (Schweigert, 2003). A suplementação com β-caroteno também pode afetar de forma positiva a atividade ovariana, tendo sido demonstrado uma melhora no desenvolvimento da competência dos óócitos em bovinos, ovinos e suínos (Hidalgo et al., 2005).

Os antioxidantes como os carotenoides têm recebido uma grande atenção devido a sua influência sobre a imunidade e aspectos reprodutivos dos animais, apresentando um grande potencial para utilização, de forma estratégica, em momentos de maior estresse oxidativo no metabolismo animal como próximo ao nascimento e desmame, no período reprodutivo, pré-parto e início da lactação.

Durante o período periparto as fêmeas sofrem diversas adaptações fisiológicas e metabólicas, realizando a transição da gestação para a lactação. Nesse período a produção de radicais livres usualmente excede a capacidade dos sistemas antioxidantes corporais, desenvolvendo um estresse oxidativo, que pode culminar usualmente na ocorrência de mastite, metrite e retenção das membranas fetais (Castilho et al., 2005). Ainda, vacas com retenção de placenta são mais propensas a apresentar menores concentrações plasmáticas de β-caroteno comparativamente a vacas saudáveis (Akar e Gazioglu, 2006).

De forma semelhante, vacas que ovularam em até 30 dias pós-parto apresentaram maiores concentrações de  $\beta$ -caroteno quando comparadas a vacas que não ovularam nesse período (Kawashima et al., 2009).

A suplementação oral com 1 g/dia de  $\beta$ -caroteno a vacas leiteiras durante 60 dias pré-parto aumentou os níveis plasmáticos, todavia, não foram observados efeitos positivos sobre a involução uterina e atividade ovariana, podendo os efeitos da suplementação sobre a atividade ovariana ter sido minimizado devido à parada da suplementação no momento do parto (Kaewlamun et al., 2011).

A aplicação de 200 mg de um produto comercial (Carofertin®) contendo  $\beta$ -caroteno, em 3 aplicações (48-72 horas pré IATF associado a aplicação de PGF<sub>2 $\alpha$</sub> ,7 e 17 dias após a IATF), melhorou os níveis plasmáticos de  $\beta$ -caroteno, até 37 dias após a IA, tamanho e fluxo sanguíneo do corpo lúteo (Ay et al., 2012a). Da mesma forma, a suplementação via parenteral de  $\beta$ -caroteno na dose de 0,4 mg/kg PC de Carofertin®, (15 e 45 dias pós-parto, apenas 15 dias pós-parto, apenas 45 dias pós-parto ou 35 e 45 dias pós-parto) associados a inseminação artificial 61 dias pós-parto, observou-se que em todos os protocolos os níveis plasmáticos de  $\beta$ -caroteno aumentaram comparativamente ao controle 48 dias pós-parto, com as maiores taxas de prenhes ocorrendo nos protocolos com aplicação nos dias 15-45 e 35-45. Apenas o protocolo 15-45 foi capaz de reduzir significativamente o número de serviços por animal (Ay et al., 2012b).

Ao aplicar 200 mg de  $\beta$ -caroteno (Carofertin®), associado ou não a vitamina A (50.000 UI) no momento da aplicação de PGF<sub>2 $\alpha$</sub>  pré IA em vacas da raça Holandesa com problemas crônicos de fertilidade, foram observados efeitos superiores sobre os parâmetros reprodutivos quando comparado a aplicação de  $\beta$ -caroteno sozinho. Ambos os tratamentos aumentaram significativamente a taxa de concepção comparativamente ao grupo controle, todavia, a suplementação com  $\beta$ -caroteno sozinho não foi capaz de aumentar o tamanho do corpo lúteo ou as concentrações sanguíneas de progesterona (Trojačanec et al., 2012).

Trabalhando com um protocolo de sincronização com duas injeções de GnRH (7 dias antes e 2 dias após a aplicação de PGF<sub>2 $\alpha$</sub> ) e inseminação 18 horas após a segunda aplicação de GnRH, a aplicação de 1 mg/kg de PC de  $\beta$ -caroteno (Dalmavital®) associada a primeira aplicação de GnRH em vacas holandesas proporcionou incrementos no diâmetro do folículo e do corpo lúteo, maiores níveis de

produção de progesterona e estradiol e maiores níveis plasmáticos de  $\beta$ -caroteno e vitamina A, todavia, tais melhorias não levaram a efeitos positivos sobre as taxas de ovulação e prenhez (Çelik et al., 2009).

Trabalhando com um protocolo de superovulação para a colheita de embriões, o número de embriões coletados não diferiu entre vacas com níveis plasmáticos de  $\beta$ -caroteno baixos ( $<150 \mu\text{dL}$ ) ou elevados ( $>150 \mu\text{dL}$ ), todavia, o número de embriões transferíveis bem como a proporção de embriões transferíveis foi significativamente superior nas vacas com níveis plasmáticos elevados de  $\beta$ -caroteno, demonstrando uma correlação positiva entre o  $\beta$ -caroteno plasmático e os resultados na coleta de embriões após o tratamento de superovulação (Sekizawa et al., 2012).

Ao avaliar a aplicação via parenteral de  $\beta$ -caroteno associado a vitamina E no momento da primeira injeção de GnRH, em dois protocolos de inseminação distintos, observou-se que a suplementação aumentou de forma significativa os níveis sanguíneos de  $\beta$ -caroteno (54,3 vs 19  $\mu\text{g/dL}$ ) e as taxas de prenhez em ambos os protocolos de inseminação (29,95 vs 19,55) (kaçar et al., 2008).

A suplementação via parenteral de  $\beta$ -caroteno e tocoferol em duas aplicações foi capaz de aumentar a quantidade de embriões viáveis em vacas superovuladas comparativamente ao grupo controle, com a melhor resposta ocorrendo na dosagem de 1200 mg por aplicação, com as concentrações séricas de  $\beta$ -caroteno sendo mantidas superiores às do grupo controle até 16 dias após o início do protocolo. Todavia, quando a suplementação foi realizada com novilhas o resultado observado foi oposto, com o menor número de embriões viáveis ocorrendo no grupo com o maior nível de suplementação (Sales et al., 2008).

Vacas leiteiras submetidas à inseminação artificial em tempo fixo que apresentavam níveis mais elevados de betacaroteno no plasma demonstraram maior taxa de prenhez por IA e redução nas perdas gestacionais ocorridas entre os dias 31 e 60 de gestação. Esses achados indicam uma possível relação entre o betacaroteno e a função placentária em vacas leiteiras em fase de lactação (A.M.L. Madureira et al., 2020)

Em outro estudo com suplementação oral de  $\beta$ -caroteno, revelou que a administração oral de betacaroteno elevou seus níveis plasmáticos. Além disso, observou-se que vacas com maiores quantidades de betacaroteno circulante

apresentaram melhor desempenho reprodutivo quando comparadas àquelas com níveis mais baixos dessa substância (Bhateshwar Vinod et al., 2021)

Os estudos avaliando a suplementação via parenteral de  $\beta$ -caroteno demonstram um grande potencial de utilização visando a melhoria dos índices reprodutivos, todavia, estes foram predominantemente realizados com vacas de raças leiteiras, mantidas em sistemas intensivos de produção. O potencial de uso dessa suplementação voltada a bovinos de corte, criados em sistemas extensivos ainda é pouco explorado, havendo a necessidade de estudos que avaliem o real impacto da suplementação via parenteral com  $\beta$ -caroteno sobre o desempenho reprodutivo de bovinos de corte.

#### **4.3 Materiais e Métodos**

##### **Etapa 1 – Metabolismo**

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFMS, localizada em Terenos-MS, e na Fazenda Nova Filadélfia, também localizada em Terenos-MS. Foram selecionadas, em cada fazenda, 22 vacas multíparas da raça Nelore com ECC entre 3 e 6 (escala de 1 a 9) e corpo lúteo ou folículo dominante maior que 6,0 mm no início do experimento.

O estudo teve a duração de 50 dias, compreendendo o período de 10 dias anteriores (d - 10) a IA (d 0) e 40 dias após esta (d 40). Os animais da Fazenda Escola e da Fazenda Nova Filadélfia foram alojados em pastos de 12 e 15 ha, respectivamente, ambos formados com capim-marandu [*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich) R. D. Webster, cv. Marandu], com livre acesso a água e suplemento mineral.

Os animais foram divididos em dois tratamentos:

- Controle– Solução Fisiológica (10 mL por animal aplicado via intramuscular);
- $\beta$ -caroteno – Suplemento com  $\beta$ -caroteno injetável (10 mL por animal aplicado via intramuscular). O  $\beta$ -caroteno injetável apresenta em sua composição 40 mg/mL (Dalmavital®), e ambos os tratamentos foram aplicados no dia -10, na ocasião do implante de progesterona.

Todas as vacas tiveram o estro sincronizado para IATF por um protocolo de 10 dias (D-10 ao D0), sendo selecionados apenas animais que apresentaram corpo lúteo ou folículo dominante com diâmetro > 6,0 mm na data de início do protocolo de IATF. No dia -10 foi administrado na forma injetável [intramuscular (IM)] 2,0 mg de benzoato de estradiol (IM; Gonadiol; Zoetis, São Paulo, Brasil), foi realizado a inserção de dispositivo intravaginal, de primeiro uso, contendo 1,9 g de progesterona (CIDR; Zoetis, São Paulo, Brasil) e foi aplicado de forma aleatória os tratamentos (Controle e  $\beta$ -caroteno). No D-2 foi realizada a remoção do dispositivo de progesterona, injeção de 12,5 mg de PGF2 $\alpha$  (IM; Lutalyse; Zoetis, São Paulo, Brasil), 1,0 mg de cipionato de estradiol (IM; ECP; Zoetis, São Paulo, Brasil) e 300 UI de eCG (IM; Novormon; Zoetis, São Paulo, Brasil). No dia 0 todas as vacas da mesma fazenda foram inseminadas por um único inseminador e com sêmen do mesmo touro Nelore.

O corpo lúteo foi avaliado por ultrassonografia transretal (Mindray DP 2200 VET com transdutor de 7,5 MHz, Shenzhen, China), sendo mensurado os diâmetros no dia 14. No dia 40 foi avaliado o tamanho do concepto através de medidas da “coroa-garupa” e “tórax”, com o intuito de estimar o desenvolvimento embrionário, também foi realizado o diagnóstico de gestação por ultrassonografia transretal (Mindray DP 2200 VET com transdutor de 7,5 MHz, Shenzhen, China), além da avaliação da presença ou ausência do corpo lúteo.

O peso corporal (PC) e o ECC foram avaliados nos dias -10, 0, 14 e 40 utilizando balança acoplada ao tronco de contenção e um único avaliador. Nos dias -10, -6, -2, 7, 14, 21 e 40 foram tomadas medidas da temperatura retal de cada animal no momento de entrada no tronco de contenção.

Foram colhidas amostras de sangue na veia caudal mediana nos dias -10, -6, 7, 14 e 21 em tubos a vácuo (Vacutainer, Becton Dickinson, Franklin Lakes, NJ) utilizando tubos contendo heparina sódica (10 mL) para obtenção do plasma e tubos contendo gel separador e ativador de coágulo para a obtenção do soro. Imediatamente após a colheita os tubos foram armazenados em caixa térmica com gelo e, posteriormente, centrifugados a 1200 X g por 20 min. As amostras de soro e plasma foram removidas para tubos tipo Eppendorf® e armazenados a -80°C para posteriores análises das concentrações de  $\beta$ -caroteno, vitamina A, hormônios esteroides e TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico).

## Etapa 2 - Desempenho reprodutivo

Foram utilizadas 332 vacas da raça Nelore. Os animais pertenciam a 5 fazendas, sendo 22 da Fazenda Nova Filadélfia (Terenos-MS), 60 da Fazenda Escola da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFMS (Terenos-MS), 121 da Fazenda Veredas (Paraíso das Águas, MS), 109 da Fazenda Santo Antônio (Bela Vista, MS) e 20 da Fazenda Água Limpa, da Universidade de Brasília, DF.

O delineamento foi inteiramente casualizado e os animais receberam os tratamentos da mesma forma que foi descrito na Etapa 1. A aplicação de  $\beta$ -caroteno ou solução fisiológica foi feita 10 dias antes da realização da IATF, associada ao início do protocolo.

As vacas foram sincronizadas no dia -10 com a administração na forma injetável [intramuscular (IM)] de 2,0 mg de benzoato de estradiol (IM; Gonadiol; Zoetis, São Paulo, Brasil), foi realizado a inserção de dispositivo intravaginal, de primeiro uso, contendo 1,9 g de progesterona (CIDR; Zoetis, São Paulo, Brasil) e foi aplicado de forma aleatória os tratamentos (Controle e  $\beta$ -caroteno). No d -2 foi realizada a remoção do dispositivo de progesterona, injeção de 12,5 mg de PGF $2\alpha$  (IM; Lutalyse; Zoetis, São Paulo, Brasil), 1,0 mg de cipionato de estradiol (IM; ECP; Zoetis, São Paulo, Brasil) e 300 UI de eCG (IM; Novormon; Zoetis, São Paulo, Brasil). No dia 0 as vacas foram inseminadas. No momento da inseminação foi observado o ECC e anotado em uma escala de 1 a 9 (Herd e Sprott, 1986). O diagnóstico de gestação foi realizado por ultrassonografia 40 dias pós-IATF (D40).

## Procedimentos estatísticos

Para todas as análises, o animal foi considerado a unidade experimental. Na etapa 1, o peso corporal, temperatura retal, diâmetro e volume do corpo lúteo foram analisados usando o procedimento MIXED do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA, versão 9.4) e a taxa de prenhez usando o procedimento GLIMMIX do SAS. Para ambos os procedimentos, a aproximação de Satterthwaite foi utilizada para determinar os graus de liberdade do denominador para o teste de efeitos fixos.

O PC, temperatura retal, diâmetro e volume do corpo lúteo foram analisados como medida repetida e testados para efeito fixo de tratamento, dia e tratamento  $\times$  dia

e usando vaca (tratamento) como efeito aleatório e ECC obtido no dia -10 como covariável. Os dados de PC e temperatura retal obtidos no dia -10 foram incluídos como covariáveis em cada análise respectiva. A estrutura de covariância autorregressiva de primeira ordem foi selecionada por apresentar o menor valor no critério de informação de Akaike.

A taxa de prenhez na etapa 2 foi testada para efeito fixo de tratamento, usando 332 vacas como efeito aleatório. Foi avaliado o efeito do ECC sobre a taxa de concepção, para isso o ECC foi categorizado em Magra (ECC de 2 a 4,5), Media (ECC 5,0) e gorda (ECC 5,5 a 7,0). As médias foram avaliadas usando PDIFF e todos os resultados foram relatados como LSMEANS seguido por SEM. A significância foi definida quando  $P \leq 0,05$ , e tendência quando  $P > 0,05$  e  $\leq 0,10$ .

#### 4.4 Resultados

Na Tabela 1 são observados os resultados parciais da Etapa 1 – Metabolismo. Não houve efeito da suplementação injetável com β-caroteno para as variáveis temperatura corporal, ECC e PC durante o período de avaliação. Também não foi observado interação entre os tratamentos e os dias de avaliação para as variáveis ( $P = 0,1816$ ). No entanto, houve efeito do dia de avaliação para todas as variáveis estudadas.

Tabela 1. Efeito da suplementação com β-caroteno sobre a temperatura corporal, escore de condição corporal (ECC) e peso corporal no início da aplicação do protocolo de IATF até o diagnóstico ( $n = 44$ ).

Variável	Tratamentos		EPM	Valor de P			
	Salina	Betacaroteno		(T)	Tratamento		
					Dia (D)	T x D	
Temp (°C)	39,32	39,28	0,234	0,6510	<0,001	0,3104	
ECC (1-9)	4,34	4,33	0,430	0,9245	0,0091	0,1816	
Peso (Kg)	437,27	455,67	11,95	0,2825	<0,001	0,1851	

As médias foram comparadas pelo teste de pdiff; as diferenças foram consideradas significativas caso  $P \leq 0,05$  e tendência quando  $P > 0,05$  e  $\leq 0,10$ . EPM - erro padrão da média (EPM). Tratamentos: B-caroteno (Dalmavital®; 10 mL/vaca) ou Solução salina (10 mL/vaca) ambos por via intramuscular.

As maiores temperaturas corporais foram verificadas no dia da aplicação dos tratamentos (d -10) e oito dias após (d -2). Após a inseminação artificial não foi observado diferença entre os dias 7, 14 e 21, porém o menor valor de temperatura corporal foi encontrado no dia do diagnóstico de prenhez (d40) (Figura 1). A temperatura retal normal para vacas Nelore é geralmente entre 38 °C e 39,3 °C porém, valores entre 38,8 °C e 39,9 °C também podem ser considerados normais para bovinos adultos.

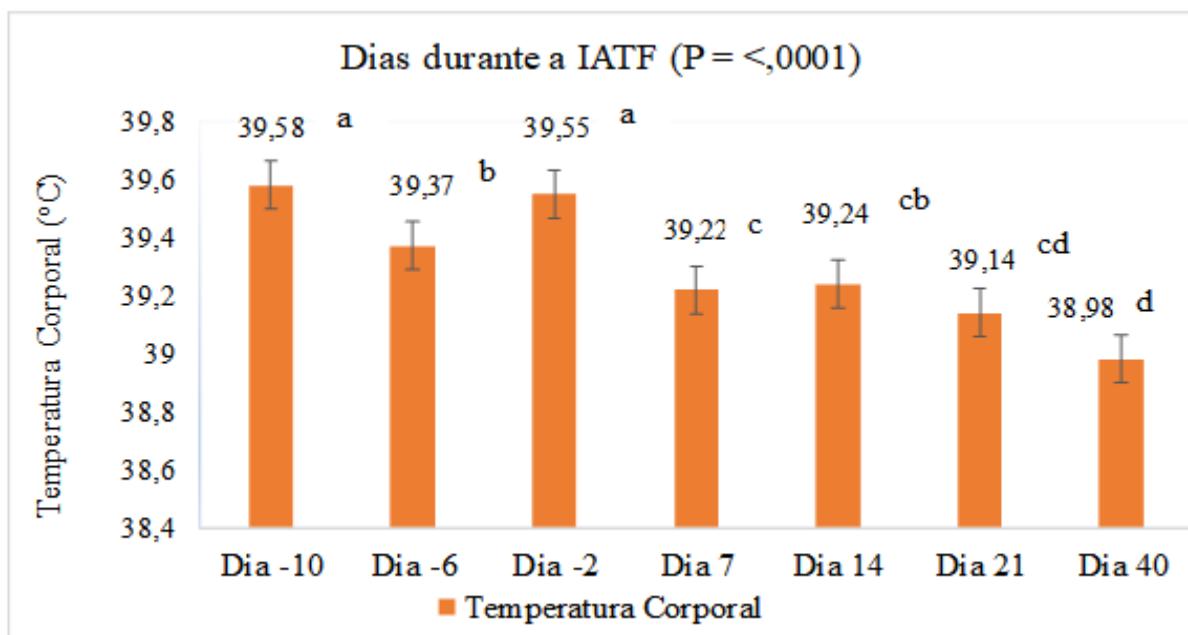


Figura 1. Efeito do dia sobre a temperatura corporal de vacas Nelore multíparas do início da IATF até o diagnóstico e prenhez.

Houve efeito de dia durante o início da IATF até o diagnóstico da prenhez (d 40) para o ECC. A partir da inseminação artificial (D 0) foi observado uma melhoria no ECC que está associado às condições de maior oferta de pasto ao longo do período (Figura 2).

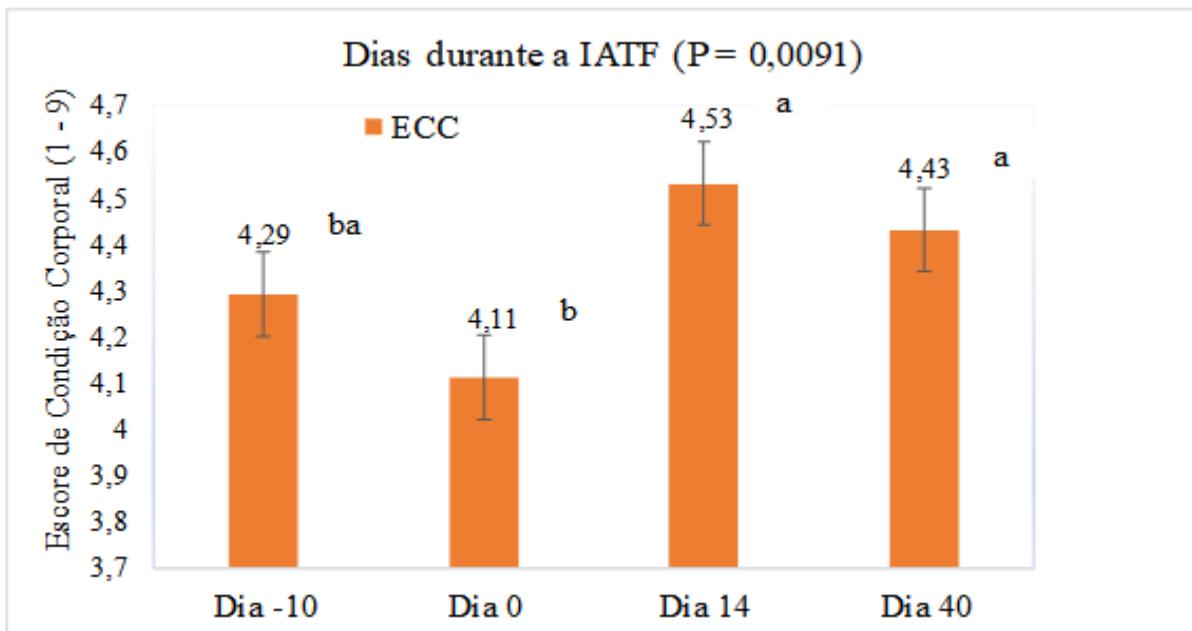


Figura 2. Efeito do dia sobre o ECC de vacas Nelore multíparas do início da IATF até o diagnóstico e prenhez.

Da mesma forma como observado para o ECC, houve efeito de dia durante o início da IATF até o diagnóstico da prenhez (d 40) para o peso corporal (Figura 3). Do início da aplicação do protocolo de IATF (d -10) até o dia da inseminação artificial (IA; d 0) não houve modificação no PC. A partir daí, após duas semanas da IA (d 14), houve um aumento no PC que alcançou seu maior valor no final do período de avaliação (d 40).

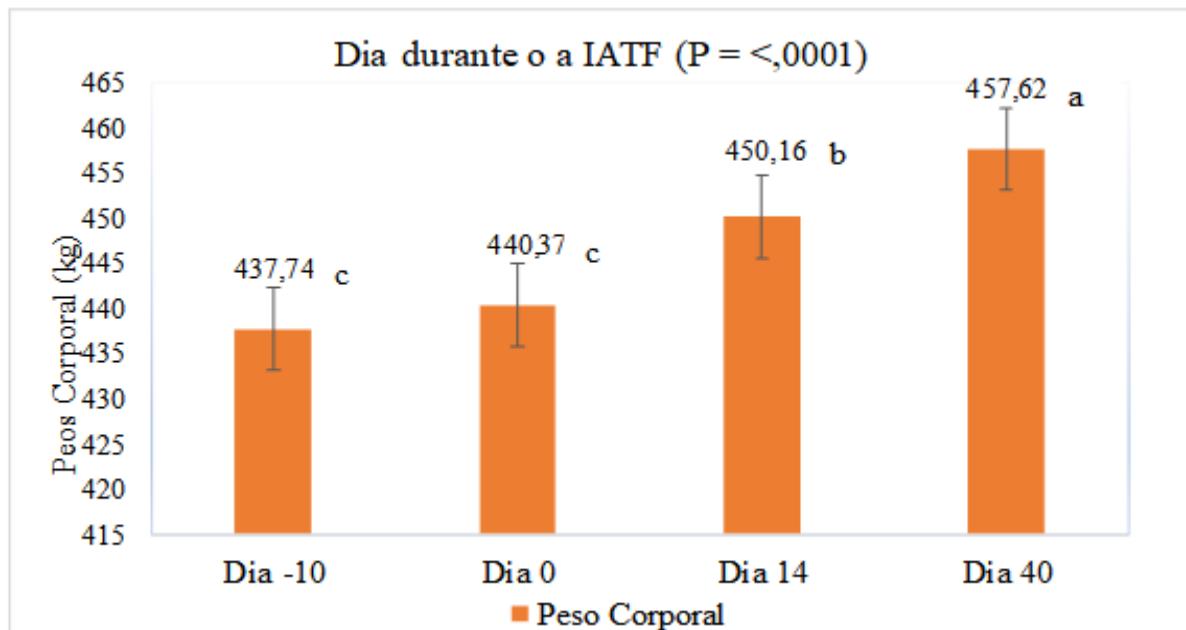


Figura 3. Efeito do dia sobre peso corporal de vacas Nelore multíparas do início da IATF até o diagnóstico de prenhez.

A suplementação injetável com  $\beta$ -caroteno tendeu ( $P = 0,0578$ ) a diminuir o tamanho do CL no (D14) após a IA. Para as demais variáveis, presença de CL no dia do diagnóstico de prenhez (D40), medidas de coroa:garupa e tórax, não foi observado nenhum efeito (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito da suplementação com  $\beta$ -caroteno sobre a medida de corpo lúteo (CL), presença de CL e medidas do conceito 40 dias após a inseminação artificial ( $n = 44$ )

Variável	Tratamentos		Valor de P
	Salina	Betacaroteno	
Corpo Lúteo no D14 (mm)	22.90 ± 0,7188	20.89 ± 0,7394	0,0578
Corpo Lúteo (0-1)	0,7273 ± 0,1024	0,6364 ± 0,1024	0,5336
Coroa:Garupa (cm)	1,6472 ± 0,1005	1,698 ± 0,1496	0,7852
Tórax (cm)	0,8400 ± 0,0621	0,8061± 0,0460	0,6676

As médias foram comparadas pelo teste de pdiff; as diferenças foram consideradas significativas caso  $P \leq 0,05$  e tendência quando  $P > 0,05$  e  $\leq 0,10$  e tendência quando  $P > 0,05$  e  $\leq 0,10$ .  $\pm$  erro padrão da média (EPM). Tratamentos: B-caroteno (Dalmavital®; 10 mL/vaca) ou Solução salina (10 mL/vaca) ambos por via intramuscular.

Na etapa 2 o  $\beta$ -caroteno injetável ou solução salina foi aplicada em alguns lotes de fazendas comerciais no dia do início do protocolo de IATF (D -10). Não foi observado efeito de tratamento sobre a taxa de concepção 40 dias após a IA (DG 40; Tabela 3). Os valores de taxa de concepção estão dentro da faixa do que é reportado na literatura e observado no campo. No entanto, houve uma tendência ( $P = 0,0759$ ) de efeito da categoria de ECC (magra; média e gorda) observado no início do procedimento (D -10) sobre a taxa de concepção (Tabela 4). Vacas com um ECC considerado como médio (5) tiveram uma taxa de concepção no D 40 maior que aquelas que tinham ECC considerada magra.

Tabela 3. Efeito da suplementação com  $\beta$ -caroteno sobre a taxa de concepção de vacas multíparas da raça Nelore (n=332).

Variável	Tratamentos		EPM	Valor de P		
	Salina	Betacaroteno		Tratamento (T)	Escore (E)	T x E
DG 40 (0-1)	0,5477	0,5269	0,042	0,7247	0,0759	0,836

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey; as diferenças foram consideradas significativas caso  $P \leq 0,05$  e tendência quando  $P > 0,05$  e  $\leq 0,10$ . EPM – erro padrão da média. 1 DG 30 = diagnóstico de prenhez 30 dias depois da inseminação artificial. Tratamentos: B-caroteno (Dalmavital®; 10 mL/vaca) ou Solução salina (10 mL/vaca) ambos por via intramuscular.

Tabela 4. Efeito da categoria de ECC no início da IATF sobre a taxa de concepção de vacas multíparas da raça Nelore (n=332).

Variável	Categoria de ECC			EPM	Valor de P
	Magra	Média	Gorda		
DG 40 (0-1)	0,4493	0,6042	0,5584	0,5019	0,0759

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey; as diferenças foram consideradas significativas caso  $P \leq 0,05$  e tendência quando  $P > 0,05$  e  $\leq 0,10$ . EPM – erro padrão da média. Categoria de ECC (1 a 9) – magra (2 – 4,5); média (5) e gorda (5-9)

## 5. DISCUSSÃO

A ingestão basal de  $\beta$ -caroteno, bem como o estado da vitamina A no organismo, constituem fatores determinantes que contribuem para a variabilidade e a indefinição dos efeitos da suplementação com  $\beta$ -caroteno. Diante disso, torna-se essencial a realização de monitoramento em tempo real dos teores de  $\beta$ -caroteno presentes nos alimentos volumosos e na corrente sanguínea dos animais, a fim de se obter uma avaliação mais precisa e confiável da eficácia da suplementação.

As amostras de sangue coletadas em duas propriedades rurais ainda não foram submetidas à análise laboratorial. Espera-se que, após a realização desses exames, seja possível obter esclarecimentos acerca da atuação do betacaroteno no organismo, incluindo seu tempo de ação. A partir dos resultados da concentração sérica de progesterona, será possível elucidar se o maior tamanho do corpo lúteo observado no D14 está associado a uma maior produção desse hormônio.

De forma geral, pelo ECC das vacas, considerando a escala de 1 a 9, pode-se deduzir que na média as eram vacas magras. Para o estudo de metabolismo foram selecionadas vacas que estavam ciclano mas que tinham uma condição corporal menor (de 4 a 5) para que fosse um desafio para a taxa de prenhez e para testar a hipótese que o produto injetável ( $\beta$ -caroteno) pudesse ter efeito em vacas com menor ECC.

O experimento de metabolismo foi realizado em janeiro a março de 2025 nas duas fazendas ao mesmo tempo. Durante o período experimental os pastos dessas fazendas estavam em crescimento vegetativo e com um aumento de oferta de massa de forragem durante o período experimental que levou a um aumento do ECC e do PC.

## 6. CONCLUSÃO

A suplementação com  $\beta$ -caroteno injetável não alterou os índices reprodutivos e a saúde de bovinos de corte criados em sistemas extensivos.

## 7. REFERÊNCIAS

AGARWAL, A.; GUPTA, S.; SHARMA, R. K. Role of oxidative stress in female reproduction. **Reproductive Biology and Endocrinology**, v. 3p. 3-28, 2005.

AGARWAL, A.; GUPTA, S.; SIKKA, S. The role of free radicals and antioxidants in reproduction. **Current Opinion in Obstetrics and Gynecology**, v. 18, p. 325-332, 2006.

AKAR, Y.; GAZIOGLU, A. Relationship between vitamin A and  $\beta$ -carotene levels during the postpartum period and fertility parameters in cows with and without retained placenta. **Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy**, v. 50, p. 93-96, 2006.

ALOSILLA Jr, C. E.; McDOWELL, L. R.; WILKINSON, N. S.; STAPLES, C. R.; THATCHER, W. W.; MARTIN, F. G.; BLAIR, M. Bioavailability of vitamin A sources for cattle. **Journal of Animal Sciences**, v. 85, p. 1235-1238, 2007.

A.M.L. MADUREIRA, K.G. POHLER, T.G. GUIDA, S.E. WAGNER, R.L.A. CERRI, J.L.M. VASCONCELOS Association of concentrations of beta-carotene in plasma on

pregnancy per artificial insemination and pregnancy loss in lactating Holstein cows  
**Theriogenology**, 142 (2020), pp. 216 – 221

AOAC - ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**.  
12. ed. Washington, 1990, 1094p.

ARIKAN, S.; SANDS, H. S.; RODWAY, R. G.; BATCHELDER, D. N. Raman spectroscopy and imaging of beta-carotene in live corpus luteum cells. **Animal Reproduction Science**, v. 71, p. 249-266, 2002.

AUROUSSEAU, B; GRUFFAT, D.; DURAND, D. Gestation linked radical oxygen species fluxes and vitamins and trace mineral deficiencies in the ruminant. **Reproduction Nutrition Development**, v. 46, p. 601-620, 2006.

AY, S. S.; KUCUKASLAN, I.; KAYA, D.; MÜLAZIMOĞLU, S. B.; EMRE, B.; KAÇAR, C.; KALENDER, H.; FINDIK, M.; BOLLWEIN, H.; RIEGLER, M.; SCHÄFER-SOMI, S.; SCHOLBACH, J.; ASLAN, S. The Change in Luteal Blood Flow and Luteal Size after Beta Carotene and GnRH Injections in Early Pregnant Dairy Cows. **Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, v. 18, p. 1035-1041, 2012a.

AY, S. S.; KAYA, D.; KUCUKASLAN, I.; AGAOGLU, A. R.; EMRE, B.; HANDLER, J.; FINDIK, M.; ASLAN, S. Beneficial effects of Beta-carotene injections prior to treatment with PGF2 $\alpha$  on the fertility of postpartum dairy cows. **Revue de Médecine Vétérinaire**, v. 163, p. 387-392, 2012b.

AYAŞAN, C.; KARAKOZAK, E. Use of  $\beta$ -Carotene in Animal Nutrition and Its Effects. **Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, v. 6, p. 697-705, 2010.

BHATESHWAR VINOD, RAI CHANDRA DINESH, DUARY KUMAR RAJ (2021). Effect of Beta-carotene Supplementation on Plasma Carotene Content and Fertility of Lactating Crossbred Sahiwal Cows . **Indian Journal of Animal Research**. 55(8): 905-909. doi: 10.18805/IJAR.B-4455.

FLOSS, B; ANGST, J; MARTINS, R; BORGES, L; SIQUEIRA, L; ARALDI; D. Caracterização de escore fecal em bovinos: revisão de literatura. **XVIII Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão**. 2018.

- CASTILLO, C.; HERNANDEZ, J.; BRAVO, A.; LOPEZ-ALONSO, M.; PEREIRA, V.; BENEDITO, J. L. Oxidative status during late pregnancy and early lactation in dairy cows. **The Veterinary Journal**, v. 169, p. 286–292, 2005.
- ÇELİK, H. A.; AVCI, G.; AYDIN, I.; BÜLBÜL, A.; BÜLBÜL, T. Effect of  $\beta$ -carotene on Ovarium Functions and Ovsynch Success in Repeat Breeder Cows. **Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, v. 15, p. 87-94, 2009.
- CHEW, B. P.; PARK, J. S. Carotenoid action on the immune response. **The Journal of Nutrition**, v. 134, p. 257-261, 2004.
- COOKE, R. F.; ARTHINGTON, J. D.; AUSTIN, B. R.; YELICH, J. V. Effects of acclimation to handling on performance, reproductive, and physiological responses of Brahman-crossbred heifers. **Journal of Animal Sciences**, v. 87, p. 3403-3412, 2009.
- COOKE, R. F.; SCHUBACH, K. M.; MARQUES, R. S.; PERES, R. F.; SILVA, L. G.; CARVALHO, R. S.; CIPRIANO, R. S.; BOHNERT, D. W.; PIRES, A. V.; VASCONCELOS, J. L. Effects of temperament on physiological, productive, and reproductive responses in beef cows. **Journal of Animal Sciences**, v. 95, p. 1-8, 2017.
- DE GOUVÊA, V.N.; COLLI, M.H.A.; GONÇALES JUNIOR, W.A.; MOTTA, J.C.L.; ACEDO, T.S.; DE VASCONCELLOS, G.S.F.M.; TAMASSIA, L.F.M.; ELLIFF, F.M.; MINGOTI, R.D.; BARUSELLI, P.S. The combination of  $\beta$ -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.
- ELGHAFGHUF, A.; STRYHN, H.; WALDNER, C. A. Cross-classified and multiple membership Cox model applied to calf mortality data. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 115, p. 29-38, 2014.
- ELLIOTT, R. Mechanisms of genomic and non-genomic actions of carotenoids. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1740, p. 147-154, 2005.
- EUCLIDES, V. P. B. Avaliação de diferentes métodos de amostragem (para estimar o valor nutritivo de forragens) sob pastejo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 21, p. 691-702, 1992.

HALILOGLU, S.; BASPINAR, N.; SERPEK, B.; ERDEM, H.; BULUT, Z. Vitamin A and β-carotene levels in plasma, corpus luteum and follicular fluid of cyclic and pregnant cattle. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 37, p. 96-99, 2002.

HERD, D.; SPROTT, L. S. Body condition, nutrition, and reproduction of beef cows. Texas A&M Univ. Ext. Bull. 1526. **Texas A&M AgriLife Extension Service, College Station**, TX, 1986.

HIDALGO, C.; DIEZ, C.; DUQUE, P.; PRENDES, J. M.; RODRIGUEZ, A.; GOYACHE, F.; FERNANDEZ, I.; FACAL, N.; IKEDA, S.; ALONSO-MONTES, C.; GÓMEZ, E. Oocytes recovered from cows treated with retinal become unviable as blastocysts produced in vitro. **Reproduction**, v. 129, p. 411-421, 2005.

KAEWLAMUN, W.; OKOY, M.; HUMBLOT, P.; TECHAKUMPHU, M.; PONTER, A. A. Does supplementing dairy cows with β-carotene during the dry period affect postpartum ovarian activity, progesterone, and cervical and uterine involution? **Theriogenology**, v. 75, p. 1029-1038, 2011.

KAÇAR, C.; KAMILOĞLU, N. N.; UÇAR, Ö.; ARI, U. Ç.; PANCARCI, Ş. M.; GÜNGÖR, Ö. Effect of Ovsynch and Cosynch Synchronisation Programmes Combined with β-carotene+ Vitamin E Administration upon the Pregnancy Rates in Cows. **Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, v. 14, p. 45-50, 2008.

KAWASHIMA, C.; KIDA, K.; SCHWEIGERT, F. J.; MIYAMOTO, A. Relationship between plasma β-carotene concentration during the peripartum period and ovulation of the first follicular wave postpartum in dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v. 111, p.105–111, 2009.

KEGLEY, E.B.; BALL, J.J.; BECK, P.A. BILL E. KUNKLE INTERDISCIPLINARY BEEF SYMPOSIUM: Impact of mineral and vitamin status on beef cattle immune function and health. **Journal of Animal Science**, v.94, n.12, p. 5401–5413, 2016.

NOZIÈRE, P.; GRAULET, B.; LUCAS, A.; MARTIN, B.; GROLIER, P.; DOREAU, M. Carotenoids for ruminants: From forages to dairy products. **Animal Feed Science and Technology**, v. 131, p. 418-450, 2006.

NASEM – **Nutrient Requirements of Beef Cattle** - Eighth revised edition. National Academy Press, Washington DC, 2016.

OAKES, K. D.; VAN DER KRAAK, G. L.; Utility of the TBARS assay in detecting oxidative stress in white sucker (*Castotomus Commersoni*) populations exposed to pulp mill effluent. **Aquatic Toxicology**, v. 63, p. 447-463, 2003.

PARKER, E. M.; GARDINER, C. P.; KESSELL, A. E.; PARKER, A. J. Hypovitaminosis A in extensively grazed beef cattle. **Australian Veterinary Journal**, v. 95, n. 3, p. 80-84, 2017.

PAUL, D. D.; DEY, A. Nutrition in health and immune function of ruminants. **Indian Journal of Animal Sciences**, v. 85, p. 103-112, 2015.

PEPPERELL, J. R.; PORTERFIELD, D. M.; KEEFE, D. L.; BEHRMAN, H. R.; SMITH, P. J. Control of ascorbic acid efflux in rat luteal cells: role of intracellular calcium and oxygen radicals. **American Journal of Physiology-Cell Physiology**, v. 285, p.642-651, 2003.

PICKWORTH, C. L.; LOERCH, S. C.; KOPEC, R. E.; SCHWARTZ, S. J.; FLUHARTY, F. L. Concentration of pro-vitamin A carotenoids in common beef cattle feedstuffs. **Journal of Animal Sciences**, v. 90, p. 1553-15661, 2012.

SALES, J. N. S.; DIAS, L. M. K.; VIVEIROS, A. T. M.; PEREIRA, M. N.; SOUZA, J. C. Embryo production and quality of Holstein heifers and cows supplemented with  $\beta$ -carotene and tocoferol. **Animal Reproduction Science**, v. 106, p. 77-89, 2008.

SCHWEIGERT, F. J. Research note: changes in the concentration of  $\beta$ -carotene,  $\alpha$ -tocopherol and retinol in the bovine corpus luteum during the ovarian cycle. **Archives of Animal Nutrition**, v. 57, p. 307-310, 2003.

SEKIZAWA, F.; SAWAI, K.; TANAKA, M.; OKUDA, K. Relationship between embryo collection results after superovulation treatment of japanese black cows and their plasma  $\beta$ -carotene and vitamin concentrations. **Journal of Reproduction and Development**, v. 58, p. 377-379, 2012.

STOCCHI, C.; TELLERIA, C.; GIBORI, G. The molecular control of corpus luteum formation, function, and regression. **Endocrine Reviews**, v. 28, p. 117-149, 2007.

TROJĀČANEC, S.; BOBOŠ, S.; PAJIĆ, M. Influence of  $\beta$ -carotene and vitamin A supplementation on the ovarian activity of dairy cows with chronic fertility impairment. **Veterinarski Arhiv**, v. 82, p. 567-575, 2012.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polyssacharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

WALDNER, C. L.; UEHLINGER, F. D. Factors associated with serum vitamin A and vitamin E concentrations in beef calves from Alberta and Saskatchewan and the relationship between vitamin concentrations and calf health outcomes. **Canadian Journal of Animal Sciences**, v. 97, p. 65-82, 2017.

YEUM, K. J.; BOOTH, S. L.; SADOWSKI, J. A.; LIU, C.; TANG, G.; KRINSKY, N. I. Human plasma carotenoid response to the ingestion of controlled diets high in fruits and vegetables. The **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 64, p. 594-602, 1996.