



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA



ALICE BERNARDO DA SILVA

**COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BEZERROS NELORE
ORIUNDOS DE VACAS SUBMETIDAS À SUPLEMENTAÇÃO
INJETÁVEL NA GESTAÇÃO**

**Corrente
2024**



ALICE BERNARDO DA SILVA

**COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BEZERROS NELORE
ORIUNDOS DE VACAS SUBMETIDAS À SUPLEMENTAÇÃO
INJETÁVEL NA GESTAÇÃO**

Trabalho apresentado como pré-requisito para avaliação e obtenção de nota na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Bacharelado em Zootecnia, da Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Campus Jesualdo Cavalcanti.

Orientador (a) Prof.: Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior.

Corrente
Novembro, 2024



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA



ALICE BERNARDO DA SILVA

HERMÓGENES ALMEIDA DE SANTANA JÚNIOR

**COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BEZERROS NELORE
ORIUNDOS DE VACAS SUBMETIDAS À SUPLEMENTAÇÃO
INJETÁVEL NA GESTAÇÃO**

Banca examinadora

Prof. Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior (UESPI)
Orientador

Prof. a. Dr. a. Elizângela Oliveira Cardoso Santana (UESPI)

Breno Silva e Souza (Zootecnista)

Corrente
Novembro, 2024

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que sempre me ajudou nas horas difíceis, à minha Mãe, cujo amor, força e sabedoria foram meu alicerce em cada etapa. Ao meu Pai, pelo seu carinho e amor incondicional. Aos meus irmãos, por me proporcionarem alegria e constante motivação. Aos meus sobrinhos, minha maior fonte de amor e inspiração. Ao meu padrasto, por seu apoio e orientação fundamentais para o meu crescimento. E ao meu namorado, por estar ao meu lado nos últimos desafios enfrentados e acreditar que tudo daria certo, sendo minha maior fonte de apoio emocional.

Este trabalho é um reflexo de todo o amor, apoio e esforço que recebi de cada um de vocês. A todos, meu sincero agradecimento!

*Dedico todo e qualquer sucesso a minha Mãe,
que, sob muito sol, me fez chegar até aqui, pela sombra!*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão ao meu orientador, Hermógenes Almeida de Santana Júnior, cuja orientação, expertise e incentivo foram cruciais para a realização deste trabalho. Seu apoio e conselhos foram fundamentais em cada etapa do desenvolvimento do TCC. Agradeço também aos professores do curso de Zootecnia, por suas valiosas contribuições e pelo compartilhamento de seus conhecimentos, que enriqueceram minha formação e contribuíram significativamente para a conclusão deste projeto. Meu agradecimento especial ao proprietário da fazenda Uberlândia, Paulo Rogério, pela generosa disponibilidade da propriedade para a condução do experimento. Sua colaboração foi essencial para o sucesso desta pesquisa.

A todos vocês, meu profundo reconhecimento e agradecimento!

LISTA DE ABREVIATURAS

CEUA - Comitê de Ética no Uso de Animais
Co - Cobalto
CoA - Coenzima A
CS - Bezerros de vacas com suplementação injetável
Cu - Cobre
CV% - Coeficiente de variação em porcentagem
DIC - Delineamento inteiramente casualizado
FDA - Fibra em detergente ácido
FDN - Fibra em detergente neutro
FDNcp - Fibra em detergente neutro corrigidos para cinzas e proteína
G - Gramas
 $\text{G} \cdot \text{kg}^{-1}$ MN - Grama por quilograma de matéria natural
 $\text{G} \cdot \text{kg}^{-1}$ MS - Grama por quilograma de matéria seca
IATF - Inseminação artificial em tempo fixo
Mg - Miligramas
Min/kg - Minutos por quilo
ML - Mililitros
Mn - Manganês
MS - Matéria seca
NAD - Nicotiamida adenina dinucleótideo
NADP - Nicotiamida adenina dinucleótide fosfato
PAS - Tempo de pastejo
PCA - Proteína carreadora
PEM - Poliocefalomalácia
P-valor - Valor de probabilidade estatística
RUM - Tempo de ruminação
SS - Bezerros de vacas sem suplementação injetável
TAT - Tempo de alimentação total
TM - Tempo de amamentação
TMT - Tempo de mastigação total
UESPI - Universidade Estadual do Piauí
Zn - Zinco

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição físico-química do pastejo simulado	18
Tabela 2 - Composição química do Roborforte®.....	19
Tabela 3 - Tempos do comportamento ingestivo de bezerros oriundos de vacas com e sem suplementação injetável.....	21

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Compilados de artigos sobre aporte de proteína na programação fetal	9
Quadro 2 - Compilação de artigos sobre suplementação de outros nutrientes na gestação	10
Quadro 3 - Tipos, funções e deficiências das principais vitaminas do complexo B	12
Quadro 4 - Vias de administração	14
Quadro 5 - Suplementação injetável de vitaminas e minerais	15
Quadro 6 - Compilação de artigos sobre comportamento ingestivo de bovinos.....	16
Quadro 7 - Compilados de artigos sobre o comportamento ingestivo em diferentes momentos durante a fase de cria	17

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de precipitação de junho a setembro. Fonte: CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos.	8
Figura 2 - Variáveis de comportamento ingestivo que foram influenciadas ($P<0,05$) pela suplementação injetável na gestação	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2.1. Suplementação nutricional e programação fetal.....	8
2.2. Vitaminas e vias de administração	11
2.3. Comportamento ingestivo	15
3. MATERIAIS E MÉTODOS	17
3.1. Localização.....	18
3.2. Área utilizada	18
3.3. Período experimental.....	18
3.4. Comportamento ingestivo	19
3.5. Análises estatísticas	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
5. CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS	24

1. INTRODUÇÃO

O comportamento ingestivo tem grande relevância na produção animal, sendo necessário monitorar o consumo de forragem, os padrões de locomoção e as atividades dos animais. Esse monitoramento permite avaliar como a interação entre o animal e a planta afeta o crescimento vegetativo das pastagens (LAWRENCE, 2008; REIS et al., 2012; SMITH et al., 2021) Além disso, o comportamento ingestivo pode ser diretamente influenciado pela suplementação alimentar, uma vez que os nutrientes oferecidos e a qualidade da pastagem moldam as preferências alimentares dos animais (POPPI et al., 2018; REIS et al., 2021).

Há diversos tipos de suplementação empregados na criação de bovinos que são escolhidos com base nas necessidades específicas dos animais e nos objetivos do produtor rural. Os principais suplementos para bovinos em pastejo incluem minerais, proteínas, energéticos e vitaminas (CHIZZOTTI; TEDESCHI; VALADARES FILHO, 2008; PAULINO et al., 2017; RUFINO et al., 2020). As formas de administração desses suplementos em ruminantes variam conforme o propósito da suplementação, sendo a via oral a mais comum. No entanto, também são utilizadas outras vias, como injetáveis intramusculares e subcutâneas, além das vias intravenosa e intraruminal (SPINOSA; GÓRNIAK; BERNARDI, 2017).

Nesse contexto, a suplementação injetável surge como uma alternativa eficaz, oferecendo uma maneira mais segura e confiável de garantir que todos os animais recebam os nutrientes necessários de forma adequada. Diferente da suplementação oral, que depende da absorção pelo trato gastrointestinal e pode sofrer interferências da dieta, a suplementação injetável evita interações indesejáveis e facilita o manejo na propriedade (SILVA et al., 2017).

Outro aspecto a ser considerado é a programação fetal, que pode ser influenciada por fatores nutricionais, ambientais e químicos durante o período gestacional. Essas influências têm o potencial de provocar alterações nas fases posteriores do desenvolvimento animal, afetando sistemas orgânicos, funções metabólicas, desenvolvimento fetal e o crescimento pós-natal. A fase e a duração desses fatores são cruciais para o correto desenvolvimento dos tecidos e órgãos (DU; FORD; ZHU, 2017; REYNOLDS et al., 2019).

Diante dessas considerações, objetivou-se avaliar o comportamento ingestivo de bezerros da raça Nelore, oriundos de vacas que foram submetidas à suplementação injetável durante a gestação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Suplementação nutricional e programação fetal

A suplementação nutricional destaca-se como uma importante técnica de fornecimento de nutrientes em épocas de escassez de pastagem (BARBIZAN et al., 2020; REIS et al., 2021). Em condições tropicais, isto engloba fatores sistêmicos, principalmente, os quais destacam-se a manutenção/perenidade do pasto e o escore de condição corporal dos animais (ROMANZINI et al., 2020; CAPPELLOZZA et al., 2021; SANTANA et al., 2023).

Nos últimos anos o termo “Programação fetal” ficou evidente em pesquisas com animais, na bovinocultura de corte vem ganhando ênfase devido à lacuna de entendimento existente entre a nutrição materna e fetal, além de como esta interação pode influenciar na recuperação da matriz e, posteriormente, no desenvolvimento/desempenho pós-natal do bezerro até a terminação (FONTES et al., 2019; MORIEL et al., 2021; PERRY; POLIZEL et al., 2021; SCHALCH JUNIOR et al., 2022; WELSH, 2024;).

Em condições tropicais, especificamente no Brasil, é comum focar no aporte proteico na seca, ou seja, na utilização da suplementação proteica durante os terços médio e final da gestação (Quadro 1). Isto pode ser explicado pela condição (escassez e/ou qualidade) das pastagens nesta época, período que coincide com a transição águas-seca no Centro-Oeste e em parte do Nordeste (CPTEC, 2024).



Figura 1 - Mapa de precipitação de junho a setembro. Fonte: CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos.

Quadro 1 - Compilados de artigos sobre aporte de proteína na programação fetal

Autores	Objetivo
(NASCIMENTO et al., 2024)	Avaliar o impacto da suplementação de proteína materna durante o meio da gestação nos bezerros, considerando possíveis efeitos relacionados ao sexo.
(CARVALHO et al., 2022)	Avaliar os genes diferencialmente expressos, suas funções biológicas e os principais genes preditores nos músculos esqueléticos dos filhotes resultantes de mães suplementadas ou não com proteína durante o meio da gestação.
(CAPPELLOZZA et al., 2021)	Avaliar a influência da quantidade e da frequência de suplementação de proteína bruta sobre o uso de nitrogênio por carneiros e o desempenho de vacas de corte no final da gestação.
(LOPES et al., 2020)	Avaliar o efeito da suplementação de proteína bruta no metabolismo de nutrientes maternos no final da gestação de vacas de corte pastando em uma pastagem de baixa qualidade.
(HARE et al., 2019)	Determinar se o fornecimento excessivo de proteína metabolizável antes do parto afeta o peso da vaca no pós-parto, a composição do colostro, a produção e composição do leite, o catabolismo de proteínas na mãe e o crescimento do bezerro.
(WEBB et al., 2019)	Avaliar a influência da restrição de proteína metabolizável no terço médio e final da gestação sobre as características de qualidade da carne do bezerro.

Apesar disto, há estudos desenvolvidos acerca da suplementação de outros nutrientes na gestação, desde lipídeos e suas subunidades (ácidos graxos) com objetivo nutricional e/ou proteção de moléculas específicas para a degradação pós-ruminal até o uso de minerais e vitaminas fornecidos via oral e parenteral (Quadro 2).

Neste conjunto, existem outras vertentes de suplementação com foco terapêutico ou apenas nutricional, estas são usadas em situações específicas na medicina humana e em casos pontuais para animais. Baseado nisto, com o intuito de precisão e fornecimento direto de substâncias para o feto, são utilizadas técnicas como infusão no cordão umbilical, saco amniótico ou placenta; estas formas evitam a administração indireta de altas doses de substâncias para a matriz gestante (GONZALEZ-BULNES et al., 2020).

Além disso, estão sendo avaliados novos protocolos para aprimorar a biodisponibilidade dos nutrientes administrados, assegurando que eles cheguem ao feto de maneira mais eficaz. Essas estratégias buscam otimizar a utilização dos compostos

suplementados e reduzir os possíveis efeitos adversos causados por excessos ou deficiências de determinados nutrientes.

Quadro 2 - Compilação de artigos sobre suplementação de outros nutrientes na gestação

Autores	Objetivo
(DÁVILA RUIZ et al., 2024)	Avaliar os efeitos da suplementação de vitaminas e minerais na vascularização placentária em novilhas de corte.
(HURLBERT et al., 2024a)	Avaliar a suplementação vitamínica e mineral gestacional em novilhas primíparas, observando o estado mineral da matriz, do bezerro, da placenta e do colostro; o desempenho de crescimento dos bezerros; e as respostas fisiológicas das bezerras criados como novilhas reposição.
(HURLBERT et al., 2024b)	Avaliar os efeitos da suplementação vitamínica e mineral para novilhas de corte durante a gestação sobre o status mineral e os perfis hormonais/endócrinos da mãe e do bezerro, além das características morfométricas e da massa de órgãos do bezerro 30 horas após o nascimento.
(SHAO; MCCANN; SHIKE, 2023)	Avaliar diferentes suplementos de ácidos graxos durante o final da gestação sobre o desempenho das vacas, o crescimento da progênie dos bezerros e a expressão gênica durante as fases de desmame e terminação.
(RAMÍREZ-ZAMUDIO et al., 2022)	Avaliar o desempenho, as características da carcaça, a qualidade da carne e a expressão de genes miogênicos e lipogênicos nos músculos de novilhos terminados com ou sem gordura protegida no rúmen e nascidos de mães que foram suplementadas com proteína ou não durante o terço médio e final da gestação.
(DINIZ et al., 2021a)	Investigar como a suplementação materna de vitaminas e minerais e as taxas de ganho de peso afetam a expressão gênica placentária em novilhas de corte.
(DINIZ et al., 2021b)	Avaliar os efeitos da suplementação supranutricional de selênio orgânico materno (Se) durante diferentes trimestres da gravidez no transcriptoma do gene muscular de bezerros recém-nascidos.
(HARVEY et al., 2021)	Avaliar os efeitos da suplementação de minerais (Co, Cu, Mn e Zn) em vacas de corte gestantes no desempenho pós-desmame de seus filhotes, com foco específico em novilhas.
(HARVEY; COOKE; MARQUES, 2021)	Avaliar a influência da suplementação de vacas de corte gestantes com fontes de Co, Cu, Mn ou Zn orgânicas ou inorgânicas nas respostas produtivas e de saúde dos bezerros.
(SHAO; MCCANN; SHIKE, 2021)	Avaliar a suplementação com diferentes perfis de ácidos graxos em vacas no final da gestação sobre o desempenho da prole na fase de terminação, características da carcaça e a expressão relativa de mRNA de genes miogênicos e adipogênicos.
(LOPES et al., 2021)	Investigar os efeitos da suplementação materna com fontes de cobalto, ácido fólico e metionina protegida pelo rúmen nas respostas imunes neonatais em bezerros holandeses.
(STOKES; IRELAND; SHIKE, 2019)	Determinar os efeitos da suplementação injetável de microminerais durante a gestação sobre o desempenho das novilhas e dos respectivos bezerros.
(STOKES et al., 2019)	Investigar os efeitos da suplementação injetável de microminerais durante a gestação sobre o desempenho e resposta inflamatória dos bezerros.
(DA CRUZ et al., 2019)	Avaliar a digestibilidade dos nutrientes e a expressão gênica intestinal em bezerros de vacas suplementadas durante a gestação e alimentadas com dietas com ou sem gordura protegida no rúmen.

A compilação do Quadro 2 mostra a tendência de diversificação dos métodos e tipos de suplementação. Isso direciona, desde que bem planejada, para a precisão de fornecimento de nutrientes em função da fase de vida, estado fisiológico, genética, sistema de produção, nicho de mercado (padronização organolética da carne) e desafios ambientais (tipo e quantidade de nutriente, temperatura etc.) em que os animais estão submetidos

2.2. Vitaminas e vias de administração

As vitaminas são classificadas em dois grandes grupos, as hidrossolúveis e lipossolúveis (COMBS JR; MCCLUNG, 2017; GONZÁLEZ; SILVA, 2019). De acordo com os autores, as vitaminas do complexo B (B1, B2, B3, B5, B6, B7, B8, B9 e B12) e a vitamina C são solúveis em água (hidrossolúveis), metabolizadas e circulam com facilidade; porém, não são armazenadas em quantidade suficiente no organismo, fato que evidencia a atenção para a demanda constante.

Já as vitaminas A, D, E e K são lipossolúveis, isso quer dizer que não são solúveis em água e necessitam de moléculas ou substâncias lipídicas para a metabolização e circulação; tal fato evidencia a principal diferença das vitaminas hidrossolúveis, além dessa peculiaridade, pode-se destacar que podem ser armazenadas em quantidades adequadas no organismo (COMBS JR; MCCLUNG, 2017; GONZÁLEZ; SILVA, 2019)

Baseado no exposto, como a temática do estudo é em torno da suplementação de uma vitamina do complexo B, a vitamina B12, será feita uma breve abordagem sobre os tipos e suas funcionalidades básicas na fisiologia animal (Quadro 3). De forma simples e direta, serão abordadas as nomenclaturas convencionais e alternativas, além das funções primordiais e sinais de deficiências das vitaminas do complexo B. Este conhecimento é de suma importância para a nutrição e produção animal, uma vez que, de forma simples e direta, fica notória a relação das vitaminas do complexo B com o metabolismo energético (COMBS JR; MCCLUNG, 2017; GIRARD et al., 2019; FRANCO-LOPEZ et al., 2020).

Quadro 3 - Tipos, funções e deficiências das principais vitaminas do complexo B

Classificação	Sinônimos	Função	Deficiência
Vitamina B1	Tiamina	Carboxilação de aminoácidos no ciclo do ácido tricarboxílico, ativação do metabolismo da glicose.	Em casos graves pode resultar em poliocefalomalácia (PEM) (necrose neural).
Vitamina B2	Riboflavina	Metabolismo dos carboidratos, proteínas e lipídios. Coagulação sanguínea.	Insuficiência na metabolização de carboidratos, lipídios e proteínas.
Vitamina B3	Niacina	Metabolismo dos lipídios, proteínas, carboidratos. Coenzima nicotiamida adenina dinucleotídeo (NAD), fosfato (NADP), desintoxicação hepática (Ureia-Amônia), metabolismo hepático de cetonas na cetose.	Perda de apetite, fraqueza muscular, perturbações digestivas, dermatite escamosa, anemia microcítica.
Vitamina B5	Ácido Pantotênico	Componente das enzimas Coenzima A (CoA) e proteína carreadora (PCA) essenciais no metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas.	Insuficiência na metabolização de carboidratos, lipídios e proteínas.
Vitamina B6	Piridoxina	Metabolismo dos carboidratos, proteínas e lipídios. Com função específica na síntese de aminoácidos, principalmente lisina.	Insuficiência na metabolização de carboidratos, lipídios e proteínas. Limitação do crescimento e manutenção da microbiota ruminal.
Vitamina B7	Biotina	Carboxilação de piruvato a oxalacetato, conversão de malato a piruvato, interconversão de succinato a propionato e conversão de oxalosuccinato a α -cetoglutarato	Lesões nos cascos devido à falha na síntese de proteína da camada granular na sola do casco.
Vitamina B8	Colina	Formação da Acetylcolina (transmissão de impulsos nervosos), ação lipotrópica (remoção do lipídio hepático), formação da metionina, formação dos lipídios.	Perda de apetite, fraqueza muscular, problemas respiratórios.
Vitamina B9	Ácido Fólico/ Folato	Transferência de unidade de carbono, metilação e desmetilação associada a efeitos epigenéticos, divisão e crescimento celular, desenvolvimento fetal.	Má formação fetal, atrofiarão muscular, redução do crescimento.
Vitamina B12	Cobalamina/ Cianocobalamina	Metabolismo dos lipídios, proteínas, carboidratos, síntese de purinas e pirimidinas, e principalmente da gliconeogênese via propionato.	Associada a deficiência de cobalto (Co), causa fraqueza, desmielinização dos neurônios afetando os nervos periféricos.

Fonte: (COMBS JR; MCCLUNG, 2017; GONZÁLEZ; SILVA, 2019).

Nos ruminantes é destacada a produção constante e estável de vitaminas do complexo B e vitamina K pelos microrganismos no rúmen, este fluxo por meio da taxa de passagem garante o abastecimento destes nutrientes no próprio rúmen e intestinos, garantindo assim o atendimento das exigências do hospedeiro (FRANCO-LOPEZ et al., 2020; BRISSON et al., 2022; GIRARD; DUPLESSIS, 2023; MILLEN, 2023).

Neste sentido, como foi abordado no tópico anterior (Figura 1), geralmente a janela de escassez de forragem coincide com o terço médio e final da gestação. Tal cenário estimula o desenvolvimento e validação de novas estratégias de suplementação nutricional, dentre estas, existe a possibilidade convencional, amplamente utilizada por sua comodidade e praticidade; onde o suplemento é fornecido no cocho para o animal ingerir (PAULINO et al., 2004, 2017).

Além desta, há alternativas de administração de fármacos/moléculas ou nutrientes com o intuito de restaurar e manter a homeostase; dentre as várias existentes na farmacocinética, podemos destacar duas categorias, a primeira através da via oral e a segunda por via injetável/parenteral, que por sua vez pode ser subdividida entre intravenosa, intramuscular ou subcutânea (SPINOSA; GÓRNIAK; BERNARDI, 2017) (Quadro 4).

O entendimento das vias de administração, assim como a combinação de doses em momentos estratégicos, pode proporcionar a obtenção de resultados satisfatórios no contexto fisiológico, de desenvolvimento e produtivo. Um ponto que deve ser ressaltado e organizado é o planejamento da ação; isso porque a adoção de vias que diferem do método convencional (suplementação nutricional no cocho) requer o alinhamento e disponibilidade de mão-de-obra para realizar o manejo de contenção dos animais e aplicação, sendo o ideal sincronizar com outros manejos para tentar minimizar os custos e tornar o procedimento viável.

Além disso, a seleção da via de administração precisa levar em conta as particularidades de absorção e biodisponibilidade de cada nutriente ou fármaco, já que os diferentes métodos de aplicação podem influenciar diretamente a eficácia do tratamento. O uso correto dessas técnicas, pode otimizar os índices produtivos e reprodutivos dos ruminantes, promovendo uma melhor saúde animal e aumentando a rentabilidade para o produtor.

Quadro 4 - Vias de administração

Vias de administração	Medicamentos	Local	Pontos positivos	Pontos negativos
Oral	Comprimidos, cápsulas e soluções.	Boca	Facilidade de administração e método não invasivo	Ação lenta; Dificuldade de fracionar capsulas e comprimidos.
Intravenosa	Soros e soluções específicas	Veia	Absorção e metabolização rápida comparada à via oral	Dor e irritação local, risco de lesão e infecção; Geralmente mais oneroso comparado à via oral.
Intramuscular	Antibióticos; Medicamentos oleosos	Coxa; Tábua do pescoço e garupa	Absorção e metabolização rápida comparada à via oral	Geralmente mais oneroso comparado à via oral, Pode causar lesões muscular e aparecimento de hematomas.
Subcutânea	Vacinas; Vermífugos, Hormônios.	Tábua do pescoço; Parte posterior da paleta	Absorção lenta e uniforme; Efeito constante do medicamento.	Geralmente mais oneroso comparado à via oral, Pode causar lesões muscular e aparecimento de hematomas.

Fonte: (SPINOSA, 2017).

Baseado nisto e considerando os pontos logísticos supracitados, surge a possibilidade de utilizar compostos orgânicos comerciais injetáveis para equilibrar e otimizar o metabolismo energético/proteico da matriz e do feto em momentos pontuais da gestação. Esta via parenteral pode fornecer rapidamente vitaminas essenciais do complexo B, principalmente a B9 (Ácido fólico) e B12 (Cobalamina), sem necessitar exclusivamente do aporte vitamínico produzido pelos microrganismos ruminais; uma vez que estes dependem do consumo de nutrientes do hospedeiro para manter esta função por meio da fermentação ruminal.

Como abordado no primeiro tópico da revisão, no Quadro 5 é possível observar alguns experimentos envolvendo a suplementação injetável de vacas gestantes e/ou lactantes.

Quadro 5 - Suplementação injetável de vitaminas e minerais

Autores	Tipo	Via	Estado fisiológico
(RODRÍGUEZ et al., 2021)	Cobre (Cu) inorgânico	Subcutânea	65° e 55° dia pré-parto
(SHAO; BRATTAIN; SHIKE, 2020)	Cobre (Cu), Manganês (Mn), Zinco (Zn) e Selênio (Se)	Subcutânea	205°, 114° e 45° dia pré-parto.
(XU et al., 2020)	Vitamina B12 (Cobalamina)	Intramuscular	3° semana pré-parto à 8° semana pós-parto
(VANACKER et al., 2020)	Vitaminas B9 (Ácido Fólico) e B12 (Cobalamina)	Intramuscular	45° ao 80° dia de lactação
(WEERATHILAKE et al., 2019)	Vitamina B12	Intramuscular	4° semana pré-parto à 8° semana pós-parto
(STOKES; IRELAND; SHIKE, 2019)	Cobre (Cu), Manganês (Mn), Zinco (Zn) e Selênio (Se)	Subcutânea	205°, 114° e 45° dia pré-parto.
(STOKES et al., 2019)	Cobre (Cu), Manganês (Mn), Zinco (Zn) e Selênio (Se)	Subcutânea	205°, 114° e 45° dia pré-parto.
(GIRARD et al., 2019)	Vitaminas B9 (Ácido Fólico) e B12 (Cobalamina)	Intramuscular	45° ao 80° dia de lactação
(DUPLESSIS et al., 2017)	Vitaminas B9 (Ácido Fólico) e B12 (Cobalamina)	Intramuscular	3° semana pré-parto à 7° semana pós-parto
(PONTES et al., 2015)	Vitamina E	Intramuscular	20°, 13° e 6° dias antes do parto.

2.3. Comportamento ingestivo

O comportamento ingestivo destaca-se como uma importante vertente da produção animal, principalmente, devido à importância de contabilizar o consumo de pasto (matéria seca e natural), padrão de deslocamento e atividades, além de ser fundamental para investigar a influência da interação animal-planta sobre o desenvolvimento vegetativo da pastagem (HASSOUN, 2002; LAWRENCE, 2008; SANTANA JÚNIOR et al., 2010; REIS et al., 2012; SMITH et al., 2021). Isto fica evidente no Brasil, com aproximadamente 197,2 milhões de cabeças, os bovinos são nascidos, recriados e terminados em quase sua totalidade (95%) a pasto (ABIEC, 2024).

Desta forma, o desafio é ainda maior quando se trata da mensuração presencial e síncrona do comportamento ingestivo de animais lactentes; ou seja, de bezerros que estão sob a proteção da matriz até os sete ou nove meses de idade. Este fator fica evidente e pode ser atrelado ao comportamento materno-filial característico e acentuado em zebuínos, principalmente em vacas das raças Nelore e Guzerá (VON KEYSERLINGK; WEARY, 2007;

SCHMIDEK; TOLEDO, 2008; PARANHOS DA COSTA; SOUZA-CONDE et al., 2015; NEVARD et al., 2023).

No Quadro 6 foi compilado alguns estudos realizados com bovinos, onde é possível observar a diversidade de hipóteses experimentais.

Quadro 6 - Compilação de artigos sobre comportamento ingestivo de bovinos

Autores	Categoria	Raça	Sistema
(LINS et al., 2022)	Novilho	Holandês e Gir	Pastejo
(OLIVEIRA et al., 2021)	Novilho	Nelore	Pastejo
(SOUZA et al., 2021)	Bezerro e Vaca	Nelore	Pastejo
(DUTHIE et al., 2021)	Bezerro	Holandesa	Confinado
(PARSONS et al., 2020)	Recria	Angus	Confinado
(ARAÚJO et al., 2020)	Touro	Nelore	Pastejo
(RODRIGUES et al., 2019)	Novilho	Nelore	Pastejo
(HASKELL et al., 2019)	Novilho	Charolês e Luing	Confinado
(PUZIO et al., 2019)	Novilho	Charolês, Limousin e Hereford	Confinado e Pastejo
(DE SOUZA TEIXEIRA et al., 2018)	Novilho	Nelore e Charolês	Pastejo
(DOS SANTOS et al., 2018)	Novilho e Vaca	Nelore	Confinado
(SANTANA JÚNIOR et al., 2018)	Vaca	Holandês e Gir	Pastejo
(RODRIGUES et al., 2016)	Bezerro e Vaca	Nelore, Red Angus e Simmental	Pastejo

Como abordado anteriormente, poucos são os trabalhos realizados com bezerros, principalmente a pasto e sob a tutela da matriz. A maior parte dos ensaios de comportamento ingestivo são realizados com animais mais velhos, como novilhos(as), touros e vacas; fato que evidencia a viabilidade de execução do experimento.

Além destes pontos, pode-se ressaltar o horário do dia (diurno e/ou noturno), intervalos de observação (5 a 20 minutos), tempo total de observação (24 a 48 horas), tipo de observação (presencial), forma de observação (câmeras e/ou sensores de movimento), tipo de sistema (confinado ou pastejo), idade do bezerro etc. (SILVA et al., 2006a, 2006b; CARVALHO et al., 2011; RICHESON; LAWRENCE; WHITE, 2018; SAITO; KATO, 2021; CHELOTTI et al., 2024).

Dentre estes, a idade do bezerro influencia diretamente na viabilidade e execução da observação do comportamento ingestivo, isto porque o neonato está em período de transição de pré-ruminante para ruminante e este fato fisiológico pode influenciar nas variáveis-base como os tempos de amamentação, pastejo, ingestão de água e outras atividades (SILVA et al., 2006b; MILLEN, 2023).

Por isso, devido esta variação, abaixo constam alguns estudos encontrados na literatura avaliam o comportamento ingestivo em diferentes momentos durante a fase de cria (Quadro 7). Desta forma, avaliar o comportamento ingestivo dos bezerros no período médio da fase de cria (24 horas ininterruptas em torno do 120° dia) é uma alternativa viável porque promove a interseção entre o funcionamento efetivo do rúmen, logística de aplicação da metodologia e a obtenção de dados confiáveis para estudos desta natureza.

Quadro 7 - Compilados de artigos sobre o comportamento ingestivo em diferentes momentos durante a fase de cria

Autores	Avaliação (dias)	Raça	Sistema
(MELO, 2024)	121°	Nelore	Pastejo
(CARDOSO JÚNIOR, 2022)	121°	Nelore	Pastejo
(FERREIRA et al., 2020)	15°, 30°, 45° e 60°	Holandês e Gir	Confinado
(RODRIGUES et al., 2016)	30°, 60°, 90°, 150° e 210°	Nelore, Simmental e Red Angus	Pastejo
(JENSEN, 2011)	3°, 7° e 11°	Holandês	Confinado
(VARGAS JUNIOR et al., 2010)	21°, 42°, 84°, 168° e 210°	Nelore	Pastejo
(ZANINE et al., 2006)	200°, 205° e 210°	Holandês e Gir	Pastejo

O objetivo da presente revisão foi explorar artigos que abordassem a suplementação nutricional convencional e não convencional (parenteral), seguido das definições básicas das vitaminas, principalmente, do complexo B e sua influência na gestação. No último subtópico foi feito um breve levantamento sobre a avaliação do comportamento ingestivo em bezerros de corte em sistema pastoril, levando em conta alguns aspectos metodológicos como idade, sistema, raça, forma de avaliação e obtenção dos dados.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual do Piauí – UESPI avaliou e aprovou a pesquisa científica sob o protocolo nº 0033/2017.

3.1. Localização

A fase de campo foi desenvolvida entre janeiro de 2019 e dezembro de 2020 na Fazenda Uberlândia, localizada no município de Parnaguá, região do Cerrado do estado do Piauí. O clima segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical sazonal sub-úmido seco (Aw).

3.2. Área utilizada

A área utilizada foi de 20 hectares, formada por Capim Massai (*Panicum maximum* cv. Massai) e Capim Mandante (*Echinochloa polystachya*), subdivididas em quatro piquetes. A Tabela 1, trata da composição físico-química do pastejo simulado feito a cada 30 dias durante todo o período experimental.

Tabela 1 - Composição físico-química do pastejo simulado

Variável	Pastejo simulado
Matéria seca (g.kg ⁻¹ MN)	431
Matéria mineral (g.kg ⁻¹ MS)	121
Matéria orgânica (g.kg ⁻¹ MS)	879
Proteína bruta (g.kg ⁻¹ MS)	86
FDNcp ¹ (g.kg ⁻¹ MS)	759
FDA ² (g.kg ⁻¹ MS)	524
Lignina (g.kg ⁻¹ MS)	82
Extrato etéreo (g.kg ⁻¹ MS)	34
Carboidratos não fibrosos (g.kg ⁻¹ MS)	241
Nutrientes digestíveis totais (g.kg ⁻¹ MS)	520

¹ Fibra em detergente neutro corrigidos para cinzas e proteína, ² Fibra em detergente ácido, g.kg⁻¹ MN - Grama por quilograma de matéria natural, g.kg⁻¹ MS - Grama por quilograma de matéria seca. *Tabela com as médias dos capins Massai (*Panicum maximum* cv. Massai) e Capim Mandante (*Echinochloa polystachya*).

3.3. Período experimental

A pesquisa foi dividida em duas fases, sendo a primeira fase a suplementação das matrizes, e a segunda fase, a fase de cria das proles.

Fase I

Foram utilizadas 20 matrizes da raça Nelore de 2 a 4^a ordem de parição com prenhez confirmada oriundas da estação de monta com inseminação artificial em tempo fixo (IATF), peso corporal inicial de $493 \pm 43,54$ kg e escore de condição corporal médio entre 5 e 6 (em uma escala de 1 a 9). O período experimental iniciou quando as vacas prenhas entraram no

início do terço médio da gestação. Todos os animais foram pesados, identificados e submetidos ao controle de ecto e endoparasitas.

Dentre as 20 vacas prenhas, todas receberam suplementação mineral em cochos presentes nos piquetes e foram escolhidas 10 para receberem a suplementação injetável a base de cálcio e fósforo disponíveis, aminoácidos e vitamina B12 (Roboforte®), em duas aplicações, sendo 20 mL no início do terço médio (4 meses) e 20 mL no meio do terço final (5,5 meses). A Tabela 2 apresenta os níveis de composição do Roboforte®.

Tabela 2 - Composição química do Roboforte®

Compostos	Cada 100 mL
Cálcio-fosforilcloreto de colina	50 g
Caseína-peptídeos	50 g
Vitamina B ¹²	50 mg
Veículo q.s.p.	100 mL

g= Gramas, mg= Miligramas, mL= Mililitros.

Fase II

A presente fase corresponde à fase de cria dos animais, sendo composta pelas matrizes e por suas proles. Foi iniciada logo após o nascimento dos bezerros, e foi finalizada quando os animais alcançaram 240 dias pós-natal. Foram divididas em dois tratamentos de 10 repetições: SS = Bezerros de vacas sem suplementação injetável, e CS = Bezerros de vacas com suplementação injetável.

Logo após o nascimento, em todas as proles, foram cortado o cordão umbilical, sendo aplicada a tintura de iodo. Foram pesados, e identificados com brincos para acompanhamento do seu desenvolvimento.

3.4. Comportamento ingestivo

As observações referentes ao comportamento ingestivo foram realizadas com 120 dias pós-natal, durante 24 horas ininterruptas das 06h00 do 120° às 06h00 do 121° dia de idade. Os animais foram avaliados visualmente a cada cinco minutos, conforme descrito por GARY et al. (1970), por observadores treinados, que utilizaram cronômetros digitais para determinar o tempo gasto em cada atividade e faziam anotações em um etograma. Foram observados os tempos destinados ao pastejo, à ruminação, à amamentação e em outras atividades. Os tempos

de alimentação e ruminação foram calculados em função do consumo de MS e FDN (min/kg MS ou FDN).

O tempo gasto pelos animais na seleção e apreensão da forragem, incluindo os curtos espaços de tempo utilizados no deslocamento para a seleção da forragem, foi considerado tempo de pastejo (HANCOCK, 1953). O tempo de ruminação corresponde aos processos de regurgitação, remastigação, reinsalivação e redeglutição. O tempo de amamentação foi o tempo despendido pelo animal no consumo de leite, enquanto o tempo em outras atividades (descanso, consumo de água, interações etc.) incluiu todas as atividades, com exceção das citadas acima.

O tempo de mastigação total (TMT) foi determinado pela equação abaixo:

$$TMT = PAS + RUM$$

em que: PAS (minutos) = tempo de pastejo; RUM (minutos) = tempo de ruminação.

3.5. Análises estatísticas

Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e Teste F a 0,05 de probabilidade, em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com auxílio do logiciário estatístico SAS® Academic OnDemand (Sas Institute Inc., Cary, CA, EUA).

https://www.sas.com/en_us/software/on-demand-for-academics.html.

O modelo estatístico foi:

$$y_{ij} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

Onde: y_{ij} é o valor observado para a variável resposta obtido para o i -ésimo tratamento em sua j -ésima repetição; μ é a média das médias de cada tratamento; τ_i é o efeito do tratamento i no valor observado y_{ij} ; ε_{ij} é o erro experimental associado ao valor observado y_{ij} .

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dentre as variáveis de comportamento ingestivo, apenas o tempo de pastejo não apresentou diferença significativa ($P=0,40222$), as demais foram influenciadas pela estratégia de suplementação injetável de vitamina B12 nos terços médio e final da gestação (Tabela 3). Os bezerros oriundos de vacas submetidas à suplementação injetável apresentaram maiores tempos de ruminação ($P=0,00057$), amamentação ($P=0,02756$) e mastigação total ($P=0,00113$). No entanto, foi observado o contrário para o tempo de outras atividades ($P=0,00002$), fato que pode ser justificado pela relação das variáveis serem mutualmente excludentes com as descritas anteriormente (Tabela 3).

Tabela 3 - Tempos do comportamento ingestivo de bezerros oriundos de vacas com e sem suplementação injetável

Variáveis	Suplementação - Vitamina B12		CV%	P-valor
	Sem	Com		
Pastejo (minutos/dia)	378,12	391,00	8,73	0,40222
Ruminação (minutos/dia)	275,62	327,00	9,14	0,00057
Amamentação (minutos/dia)	41,87	55,00	25,27	0,02756
Outras Atividades (minutos/dia)	744,37	667,00	4,32	0,00002
Mastigação Total (minutos/dia)	653,75	718,00	5,41	0,00113

CV% - coeficiente de variação em porcentagem.

Uma possível explicação para o tempo de pastejo não ter sido influenciado significativamente ($P=0,40222$) pode estar atrelada ao acentuado comportamento materno-filial em zebuínos (SOUZA-CONDE et al., 2015; NEVARD et al., 2023; SANZ et al., 2024), relação que promove a prática de hábitos de pastejo do bezerro, fato que estimula a transição de pré-ruminante para ruminante nesta fase de vida. Outra explicação pode estar atrelada à composição físico-química do pasto (Tabela 1), uma vez que, todos os animais (Fase I e II) estavam no mesmo piquete, ou seja, sob a mesma condição de pastejo.

Em trabalho realizado com bezerros (7 meses de idade) a pasto, Zanine et al. (2006) observaram tempos de pastejo variando entre 585,00 e 679,00 minutos. Tempos estes, superiores ao observado no presente estudo (378,12 e 391,00 minutos) (Tabela 3 e Figura 2), fato que pode ser atrelado a idade dos animais, por serem mais jovens (4 meses = 120 dias) não tem o rúmen totalmente formado e funcional, logo tendem a pastejar menos.

Rodrigues et al. (2016) e Vargas Junior et al. (2010) observaram valores similares ao encontrados neste estudo (Tabela 3 e Figura 2), os autores avaliaram o comportamento

digestivo de bezerros (Nelore e mestiços) aos 30, 60, 90, 150 e 210 dias de vida e constaram tempo de pastejo similar (entre 310 e 372 minutos). Por meio de equações geradas por estes ensaios é possível estimar não só o tempo de pastejo em função da idade, mas o tempo e frequência de ruminação e amamentação; dados estes de extrema importância para o entendimento da fisiologia digestiva de bezerros em sistema pastoril.

No tocante ao tempo de ruminação (Figura 2), os bezerros oriundos de vacas submetidas à suplementação injetável, apresentaram maior tempo para tal comportamento. Isto pode estar relacionado principalmente a fatores inerentes ao animal e ao seu desenvolvimento digestivo durante a fase fetal e demais fases de vida (DA CRUZ et al., 2019); ou seja, fatores que em conjunto podem promover uma maior eficiência ruminal aos 120 dias e subsequentes fases de vida.

Apesar de haver poucos estudos que avaliem a suplementação de vitamina B12 injetável na gestação sob o desenvolvimento da prole, é sabido que a nutrição materna é preponderante na hiperplasia do tecido muscular, fator que envolve tanto a formação e desenvolvimento adequado das vísceras digestivas quanto da carcaça em si (DU; MEYER et al., 2013; FORD; ZHU, 2017; DINIZ et al., 2021). Por esta via de suplementação não passar pelo trato digestível e, pela associação da vitamina B12 com o metabolismo energético e ácidos nucleicos (multiplicação celular) (COMBS JR; MCCLUNG, 2017; SPINOSA; GÓRNIAK; BERNARDI, 2017), isto pode ter causado uma modificação no desenvolvimento visceral digestivo dos bezerros oriundos de vacas suplementadas.

Assim como ocorreu para a variável tempo de pastejo, Zanine et al. (2006) constataram maior tempo de ruminação (393,00 minutos) quando comparado com o presente estudo (275,62 e 327,00 minutos) (Tabela 3 e Figura 2), isto porque, como relatado anteriormente, os bezerros avaliados neste estudo eram mais velhos. Em estudos realizados com bezerros Nelore e cruzados, Vargas Junior et al. (2010) constataram tempos de ruminação em torno de 69 minutos aos 120 dias de idade. Rodrigues et al. (2016) relataram 55 a 60 minutos para a variável ruminação de bezerros nesta mesma faixa etária.

Para o tempo de amamentação, foi observado maior intervalo para os bezerros provenientes de vacas suplementadas na gestação (Figura 2). Por estes animais apresentarem maior tempo de ruminação, era esperado que tivessem um menor tempo de amamentação devido ao rúmen estar praticamente desenvolvido nesta idade (120 dias); sabendo que à

medida que o neonato fica mais velho deixa de ser lactente e passa a ser ruminante (MILLEN, 2023).

Sabendo que a oferta de alimentos e nutrientes afetam a dinâmica da gestação e o metabolismo fetal, a matriz gestante se torna um ponto chave neste contexto, principalmente diante da sazonalidade forrageira e escassez nutricional. Neste caso, como mecanismo adaptativo, o feto tende a desenvolver o trato digestivo, principalmente, o intestino para que consigam absorver eficientemente os nutrientes (RODRIGUES et al., 2021; TROTTA; SWANSON, 2021). Por isso, com discorrido anteriormente, a suplementação injetável de vitamina B12 pode influenciar positivamente na manutenção dos níveis críticos energéticos e celular diante destes desafios.

Outro fator que pode explicar esse aumento do tempo de amamentação aos 120 dias de idade é a produção de leite, apesar destes dados não estarem neste estudo, constam em Silva (2022), projeto qual originou o presente trabalho. Neste, foi observado que as vacas submetidas a suplementação injetável de vitamina B12 produziram mais leite (9,6 kg/dia) quando comparadas com as vacas não suplementadas (8,2 kg/dia); isto pode explicar uma maior oferta de leite e, consequentemente, maior tempo de amamentação.

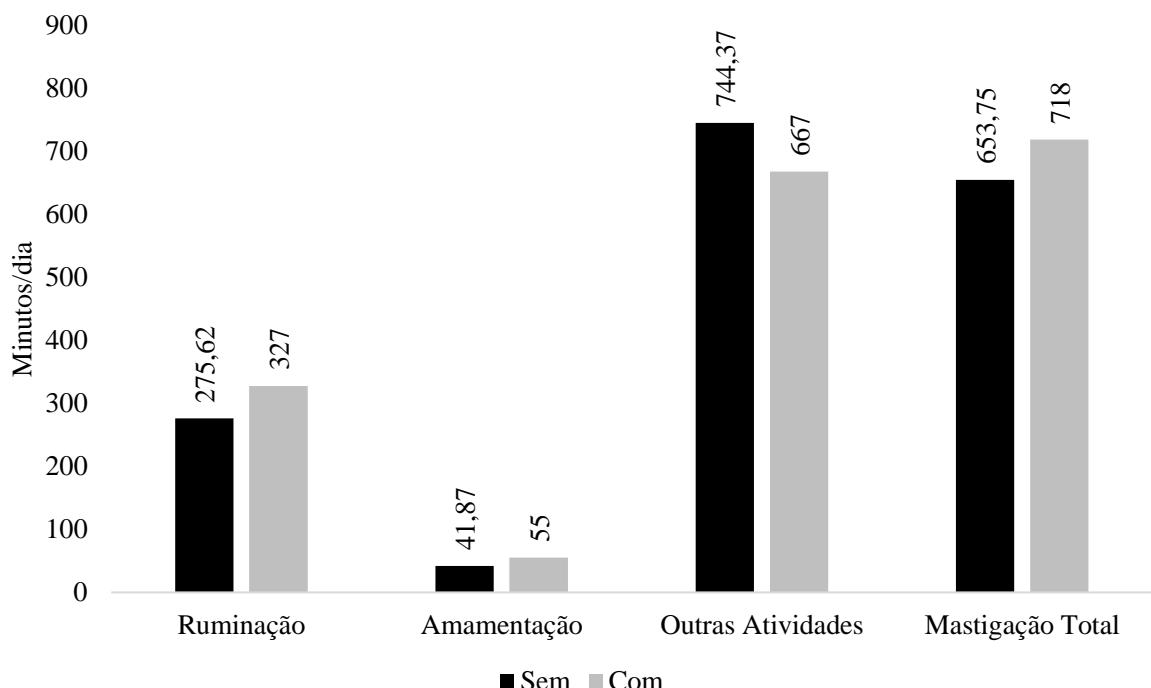


Figura 2 - Variáveis de comportamento ingestivo que foram influenciadas ($P<0,05$) pela suplementação injetável na gestação

Em relação a variável outras atividades, os bezerros provenientes de vacas não suplementadas na gestação apresentaram maior tempo. Isto pode ser explicado de forma matemática, uma vez que estes animais tiveram menor tempo de ruminação, amamentação e mastigação total (Figura 2). Isso quer dizer que o animal que se mantém em outras atividades exerce com menor frequência os atos de pastejo, amamentação, ruminação e, consequentemente, mastigação total.

O tempo de mastigação total (Figura 2) foi influenciado ($P<0,05$) pela suplementação injetável gestacional, para esta variável os bezerros oriundos de matrizes suplementadas apresentaram maior intervalo. Sabendo que mastigação total é obtida pela soma do pastejo com a ruminação e que o tempo de pastejo ($P>0,05$), pode-se destacar o tempo de ruminação como fator primordial para esta diferença significativa ($P<0,05$) (Figura 2), isto pode ser alicerçado ao abordado na discussão sobre a precocidade do desenvolvimento ruminal, característica que promove a transição eficiente de pré-ruminante para ruminante.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a suplementação vitamínica injetável no terço médio em vacas gestantes influenciou no comportamento ingestivo dos bezerros, com aumento nos tempos de ruminação, amamentação e mastigação total.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. **BEEF-REPORT**., 2024. Disponível em: <<https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2024-perfil-da-pecuaria-no-brasil/>>. Acesso em: 28 ago. 2024

ARAUJO, H. P. DE O. et al. Urea and Tannin in multiple supplements: Ingestive behavior of grazing beef cattle. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 42, p. e47607, 2020.

BARBIZAN, M. et al. Balanced protein/energy supplementation plan for beef cattle on tropical pasture. **Livestock Science**, v. 241, n. June 2019, p. 104211, 2020.

BRISSON, V. et al. Meta-analysis of apparent ruminal synthesis and postruminal flow of B vitamins in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 105, n. 9, p. 7399–7415, 1 set. 2022.

CAPPELLOZZA, B. I. et al. Influence of amount and frequency of protein supplementation to ruminants consuming low-quality cool-season forages: Efficiency of nitrogen utilization in lambs and performance of gestating beef cows. **Journal of Animal Science**, v. 99, n. 6, p. 1–10, 2021.

CARDOSO JÚNIOR, F. DAS C. **Nutrição Fetal na Produção de Bezerros de Corte**. Dissertação—Teresina-PI: UFPI, 22 mar. 2022.

CARVALHO, G. G. P. DE et al. Evaluation of intervals between observations on estimation of eating behavior of cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2502–2509, nov. 2011.

CARVALHO, E. B. et al. Transcriptome profile in the skeletal muscle of cattle progeny as a function of maternal protein supplementation during mid-gestation. **Livestock Science**, v. 263, n. June, p. 104995, set. 2022.

CHELOTTI, J. O. et al. Livestock feeding behaviour: A review on automated systems for ruminant monitoring. **Biosystems Engineering**, v. 246, p. 150–177, out. 2024.

CHIZZOTTI, M. L.; TEDESCHI, L. O.; VALADARES FILHO, S. C. A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 7, p. 1588–1597, 2008.

COMBS JR, G. F.; MCCLUNG, J. P. **The Vitamins: Fundamental Aspects in Nutrition and Health**. 5. ed. [s.l.] Elsevier, 2017.

CPTEC. **Estações do ano**. Disponível em: <<https://clima1.cptec.inpe.br/estacoes/pt>>. Acesso em: 8 ago. 2024.

DA CRUZ, W. F. G. et al. Effects of maternal protein supplementation and inclusion of rumen-protected fat in the finishing diet on nutrient digestibility and expression of intestinal genes in Nellore steers. **Animal Science Journal**, v. 90, n. 9, p. 1200–1211, 2019.

DÁVILA RUIZ, B. J. et al. Influence of Maternal Supplementation with Vitamins, Minerals, and (or) Protein/Energy on Placental Development and Angiogenic Factors in Beef Heifers during Pregnancy. **Veterinary Sciences**, v. 11, n. 3, 1 mar. 2024.

DE SOUZA TEIXEIRA, O. et al. Performance and ingestive and social behavior of young cattle with different sexual conditions supplemented in aruana pasture. **Semina: Ciencias Agrarias**, v. 39, n. 6, p. 2565–2580, 2018.

DINIZ, W. J. S. et al. Maternal vitamin and mineral supplementation and rate of maternal weight gain affects placental expression of energy metabolism and transport-related genes. **Genes**, v. 12, n. 3, 2021a.

DINIZ, W. J. S. et al. Supranutritional maternal organic selenium supplementation during different trimesters of pregnancy affects the muscle gene transcriptome of newborn beef calves in a time-dependent manner. **Genes**, v. 12, n. 12, 2021b.

DOS SANTOS, P. B. et al. Comportamento ingestivo de categorias de bovinos de corte terminados em confinamento. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 40, p. 1–5, 2018.

DU, M.; FORD, S. P.; ZHU, M. J. Optimizing livestock production efficiency through maternal nutritional management and fetal developmental programming. **Animal Frontiers**, v. 7, n. 3, p. 5–11, 2017.

DUPLESSIS, M. et al. Effects of intramuscular injections of folic acid, vitamin B12, or both, on lactational performance and energy status of multiparous dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 5, p. 4051–4064, 1 maio 2017.

DUTHIE, C. A. et al. Feeding behaviour and activity as early indicators of disease in pre-weaned dairy calves. **Animal**, v. 15, n. 3, 1 mar. 2021.

FERREIRA, A. C. G. et al. Avaliação do comportamento ingestivo de bezerros leiteiros submetidos a duas estratégias de aleitamento. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 75, n. 2, p. 72–82, 17 dez. 2020.

FONTES, P. L. P. et al. Impact of fetal vs. maternal contributions of *Bos indicus* and *Bos taurus* genetics on embryonic and fetal development1. **Journal of Animal Science**, v. 97, n. 4, p. 1645–1655, 3 abr. 2019.

FRANCO-LOPEZ, J. et al. Correlations between the Composition of the Bovine Microbiota and Vitamin B 12 Abundance . **mSystems**, v. 5, n. 2, 28 abr. 2020.

GIRARD, C. L. et al. Glucose and insulin responses to an intravenous glucose tolerance test administered to feed-restricted dairy cows receiving folic acid and vitamin B12 supplements. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 7, p. 6226–6234, 1 jul. 2019.

GIRARD, C. L.; DUPLESSIS, M. Review: State of the knowledge on the importance of folates and cobalamin for dairy cow metabolism. **Animal**, v. 17, 1 jul. 2023.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Minerais e vitaminas no metabolismo animal**. 1. ed. Porto Alegre-RS: Laboratório de Análises Clínicas Veterinárias: Faculdade de Veterinária-UFRGS, 2019.

GONZALEZ-BULNES, A. et al. The impact of prenatal environment on postnatal life and performance: Future perspectives for prevention and treatment. **Theriogenology**, v. 150, p. 15–19, 2020.

HARE, K. S. et al. Oversupplying metabolizable protein in late gestation for beef cattle: effects on postpartum ruminal fermentation, blood metabolites, skeletal muscle catabolism, colostrum composition, milk yield and composition, and calf growth performance. **Journal of Animal Science**, v. 97, n. 1, p. 437–455, 1 jan. 2019.

HARVEY, K. M. et al. Supplementing organic-complexed or inorganic Co, Cu, Mn, and Zn to beef cows during gestation: postweaning responses of offspring reared as replacement heifers or feeder cattle. **Journal of Animal Science**, v. 99, n. 6, p. 1–11, 1 jun. 2021.

HARVEY, K. M.; COOKE, R. F.; MARQUES, R. DA S. Supplementing trace minerals to beef cows during gestation to enhance productive and health responses of the offspring. **Animals**, v. 11, n. 4, p. 1–15, 2021.

HASKELL, M. J. et al. Relationships between feeding behaviour, activity, dominance and feed efficiency in finishing beef steers. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 210, n. June 2018, p. 9–15, 2019.

HASSOUN, P. Cattle feeding behaviour at pasture: a methodology related to on farm measurements. **Animal Research**, v. 51, n. 1, p. 35–41, jan. 2002.

HURLBERT, J. L. et al. Supplementing vitamins and minerals to beef heifers during gestation: impacts on mineral status in the dam and offspring, and growth and physiological responses of female offspring from birth to puberty. **Journal of Animal Science**, v. 102, 2024a.

HURLBERT, J. L. et al. Vitamin and mineral supplementation to beef heifers during gestation: Impacts on morphometric measurements of the neonatal calf, vitamin and trace

mineral status, blood metabolite and endocrine profiles, and calf organ characteristics at 30 h after birth. **Journal of Animal Science**, v. 102, 2024b.

JENSEN, M. B. The early behaviour of cow and calf in an individual calving pen. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 134, n. 3–4, p. 92–99, 2011.

LAWRENCE, A. B. Applied animal behaviour science: Past, present and future prospects. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 115, n. 1–2, p. 1–24, 15 dez. 2008.

LINS, T. O. J. D. 'ALMEIDA et al. Feeding behavior of post-weaned crossbred steers supplemented in the dry season of the year. **Tropical Animal Health and Production**, v. 54, n. 4, 1 ago. 2022.

LOPES, M. G. et al. Maternal supplementation with cobalt sources, folic acid, and rumen-protected methionine and its effects on molecular and functional correlates of the immune system in neonatal Holstein calves. **Journal of Dairy Science**, 2021.

LOPES, R. C. et al. Impacts of protein supplementation during late gestation of beef cows on maternal skeletal muscle and liver tissues metabolism. **Animal**, v. 14, n. 9, p. 1867–1875, 2020.

MELO, T. T. DE B. **Suplementação concentrada proteica em vacas da raça Nelore no terço final da gestação como estratégia de programação fetal para a produtividade de bezerros**. Tese-Teresina-PI: UFPI, 30 jan. 2024.

MEYER, A. M. et al. Maternal nutritional plane and selenium supply during gestation impact visceral organ mass and intestinal growth and vascularity of neonatal lamb offspring. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 6, p. 2628–2639, 2013.

MILLEN, D. D. **Rumenologia: uma viagem ao fantástico mundo do rúmen**. 1. ed. Botucatu-SP: FEPAF, 2023.

MORIEL, P. et al. Improving Beef Progeny Performance Through Developmental Programming. **Frontiers in Animal Science**, v. 2, 2021.

NASCIMENTO, K. B. et al. Maternal protein supplementation during mid-gestation improves offspring performance and metabolism in beef cows. **Journal of Animal Science**, v. 102, 2024.

NEWARD, R. P. et al. **Maternal Behavior in Beef Cattle: The Physiology, Assessment and Future Directions—A Review**. **Veterinary Sciences**MDPI, , 1 jan. 2023.

OLIVEIRA, C. C. DE et al. Daytime ingestive behaviour of grazing heifers under tropical silvopastoral systems: Responses to shade and grazing management. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 240, n. May, 2021.

PARANHOS DA COSTA, M.; SCHMIDKE, A.; TOLEDO, L. MotherOffspring Interactions in Zebu Cattle. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 43, n. SUPPL.2, p. 213–216, jul. 2008.

PARSONS, I. L. et al. Characterization of feeding behavior traits in steers with divergent residual feed intake consuming a high-concentrate diet. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 7, p. 1–23, 1 jul. 2020.

PAULINO, M. F. et al. **SUPLEMENTAÇÃO DE BOVINOS EM PASTAGENS: UMA VISÃO SISTÊMICA.** SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE - SIMCORTE. *Anais...* ViçosaMG:2004. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/2816376>>.

PAULINO, M. F. et al. **Recentes Avanços em Estratégias de Suplementação de Bovinos de Corte em Pasto.** IV SIMPÓSIO MATO-GROSSENSE DE BOVINOCULTURA DE CORTE - SIMBOV-MT. *Anais...* Cuiabá-MT: 2017.

PERRY, G. A.; WELSH, T. H. The importance of developmental programming in the beef industry. **Animal Reproduction Science**, v. 265, 1 jun. 2024.

POLIZEL, G. H. G. et al. Evaluation of reproductive traits and the effect of nutrigenetics on bulls submitted to fetal programming. **Livestock Science**, v. 247, p. 104487, 2021.

PONTES, G. C. S. et al. Effect of injectable vitamin E on incidence of retained fetal membranes and reproductive performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 4, p. 2437–2449, 2015.

POSSI, D. P. et al. **Challenges of beef cattle production from tropical pastures.** *Revista Brasileira de Zootecnia* Sociedade Brasileira de Zootecnia, , 2018.

PUZIO, N. et al. The effects of age and gender (bull vs steer) on the feeding behavior of young beef cattle fed grass silage. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 32, n. 8, p. 1211–1218, 2019.

RAMÍREZ-ZAMUDIO, G. D. et al. Effect of rumen-protected fat on performance, carcass characteristics and beef quality of the progeny from Nellore cows fed by different planes of nutrition during gestation. **Livestock Science**, v. 258, n. January, 2022.

REIS, B. R. DOS et al. Grazing beef cows identified as efficient using a nutrition model partition more energy to lactation. **Animal Production Science**, 30 set. 2021.

REIS, R. A. et al. Supplementation as a strategy for the production of the beef quality in tropical pastures. **Revista Brasileira de Saude e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 642–655, 2012.

REYNOLDS, L. P. et al. Fetal programming in meat production. **Meat Science**, v. 35, n. 2, p. 40–47, 2019.

RICHESON, J. T.; LAWRENCE, T. E.; WHITE, B. J. Using advanced technologies to quantify beef cattle behavior1. **Translational Animal Science**, v. 2, n. 2, p. 223–229, 1 jun. 2018.

RODRIGUES, L. M. et al. Effects of protein supplementation on Nellore cows' reproductive performance, growth, myogenesis, lipogenesis and intestine development of the progeny. **Animal Production Science**, v. 61, n. 4, p. 371, 2021.

RODRIGUES, L. S. et al. Ingestive behavior of heifers in sorghum implanted with different population arrangements. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 71, n. 6, p. 2025–2033, 1 nov. 2019.

RODRIGUES, W. B. et al. Comportamento alimentar de vacas Nellore e de seus bezerros puros ou mestiços. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 68, n. 3, p. 596–604, 2016.

RODRÍGUEZ, A. M. et al. Effects of inorganic copper injection in beef cows at late gestation on fetal and postnatal growth, hematology and immune function of their progeny. **Research in Veterinary Science**, v. 139, p. 11–17, out. 2021.

ROMANZINI, E. P. et al. Economic evaluation from beef cattle production industry with intensification in Brazil's tropical pastures. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, n. 5, p. 2659–2666, 2020.

RUFINO, L. M. A. et al. Effects of the amount and frequency of nitrogen supplementation on intake, digestion, and metabolism in cattle fed low-quality tropical grass. **Animal Feed Science and Technology**, v. 260, n. December 2019, 2020.

SAITO, T.; KATO, Y. Evaluation of wearable cameras for monitoring and analyzing calf behavior: A preliminary study. **Animals**, v. 11, n. 9, 2021.

SANTANA JÚNIOR, H. A. et al. Comportamento ingestivo de bovino a pasto. **REDVET. Revista electrónica de Veterinária**, v. 11, n. 8, 2010.

SANTANA JÚNIOR, H. A. et al. Correlações lineares entre comportamento e consumo por vacas leiteiras suplementadas. **Archivos de Zootecnia**, v. 67, n. 259, p. 382–388, 15 jul. 2018.

SANTANA, M. L. et al. Genotype by Prenatal Environment Interaction for Postnatal Growth of Nelore Beef Cattle Raised under Tropical Grazing Conditions. **Animals**, v. 13, n. 14, 1 jul. 2023.

SANZ, A. et al. Mother-offspring bonding revisited: A blueprint for the future of beef cattle farming. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 277, 1 ago. 2024.

SCHALCH JUNIOR, F. J. et al. Prenatal Supplementation in Beef Cattle and Its Effects on Plasma Metabolome of Dams and Calves. **Metabolites**, v. 12, n. 4, 2022.

SHAO, T.; BRATTAIN, R. S.; SHIKE, D. W. Effects of maternal supplementation with an injectable trace mineral containing copper, manganese, zinc, and selenium on subsequent steer finishing phase performance and carcass characteristics. **Animals**, v. 10, n. 12, p. 1–9, 1 dez. 2020.

SHAO, T.; MCCANN, J. C.; SHIKE, D. W. Effects of supplements differing in fatty acid profile to late gestational beef cows on steer progeny finishing phase growth performance, carcass characteristics, and mRNA expression of myogenic and adipogenic genes. **Animals**, v. 11, n. 7, p. 1–15, 2021.

SHAO, T.; MCCANN, J. C.; SHIKE, D. W. Effects of Late Gestation Supplements Differing in Fatty Acid Amount and Profile to Beef Cows on Cow Performance, Steer Progeny Growth Performance through Weaning, and Relative mRNA Expression of Genes Associated with Muscle and Adipose Tissue Development. **Animals**, v. 13, n. 3, 1 fev. 2023.

SILVA, A. S. **Suplementação parental de vitamina B12 para produção de bezerros de corte**. Dissertação—Teresina: UFPI, 2022.

SILVA, J. S. et al. Efeito da suplementação parenteral extra de cobre e zinco sobre a resposta imunológica de vacas Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 69, n. 4, p. 870–876, 2017.

SILVA, R. R. et al. Metodologia para o estudo do comportamento de bezerros confinados na fase pós-aleitamento. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 42, p. 135–138, 2006a.

SILVA, R. R. et al. COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS: ASPECTOS METODOLÓGICOS. **Archivos de Zootecnia**, v. 55, n. 211, p. 293–296, 2006b.

SMITH, W. B. et al. Understanding intake on pastures: how, why, and a way forward. **Journal of Animal Science**, v. 99, n. 6, 1 jun. 2021.

SOUZA, L. L. et al. Residual feed intake of nellore calves is not repeatable across pre and post weaning periods. **Ciencia Rural**, v. 51, n. 6, p. 1–9, 2021.

SOUZA-CONDE, E. AL et al. Maternal-calf relationships and their influence on calves up to 120 days. **Rev.MVZ Córdoba**, v. 20, n. 1, p. 4436–4446, 2015.

SPINOSA, H. DE S.; GÓRNIAK, S. L.; BERNARDI, M. M. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. 6. ed. Rio de Janeiro-RJ: Guanabara Koogan, 2017.

STOKES, R. S. et al. Effects of maternal supplementation with an injectable trace mineral on subsequent calf performance and inflammatory response. **Journal of Animal Science**, v. 97, n. 11, p. 4475–4481, 2019.

STOKES, R. S.; IRELAND, F. A.; SHIKE, D. W. Influence of repeated trace mineral injections during gestation on beef heifer and subsequent calf performance. **Translational Animal Science**, v. 3, n. 1, p. 493–503, 1 jan. 2019.

TROTTA, R. J.; SWANSON, K. C. Prenatal and postnatal nutrition influence pancreatic and intestinal carbohydrazine activities of ruminants. **Animals**, v. 11, n. 1, p. 1–12, 2021.

VANACKER, N. et al. Effects of feed restriction and supplementary folic acid and vitamin B12 on immune cell functions and blood cell populations in dairy cows. **Animal**, v. 14, n. 2, p. 339–345, 1 fev. 2020.

VARGAS JUNIOR, F. M. DE et al. Ingestive behavior of Nellore cows and their straightbred or crossbred calves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 648–655, mar. 2010.

VON KEYSERLINGK, M. A. G.; WEARY, D. M. Maternal behavior in cattle. **Hormones and Behavior**, v. 52, n. 1, p. 106–113, jun. 2007.

WEBB, M. J. et al. Influence of maternal protein restriction in primiparous heifers during mid- and/or late-gestation on meat quality and fatty acid profile of progeny. **Meat Science**, v. 152, p. 31–37, 2019.

WEERATHILAKE, W. A. D. V. et al. Added dietary cobalt or vitamin B12, or injecting vitamin B12 does not improve performance or indicators of ketosis in pre- and post-partum Holstein-Friesian dairy cows. **Animal**, v. 13, n. 4, p. 750–759, 1 abr. 2019.

XU, N. N. et al. Short communication: Influence of intramuscular injection of vitamin B12 in early-lactation dairy cows on Mozzarella cheese quality and vitamin B12 stability. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 11, p. 9835–9840, 1 nov. 2020.

ZANINE, A. DE M. et al. Comportamento ingestivo de bezerros em pastos de Brachiaria brizantha e Brachiaria decumbens. **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1540–1545, 2006.