



**ROBSON LEANDRO FERREIRA**

**AVALIAÇÃO DE DUAS RAÇÕES ENSILADAS PARA VACAS  
DE CORTE GESTANTES: PARÂMETROS QUÍMICOS,  
NUTRICIONAIS E RESPOSTAS PRODUTIVAS NAS VACAS E  
SUAS PROGÊNIES**

**LAVRAS – MG  
2024**

**ROBSON LEANDRO FERREIRA**

**AVALIAÇÃO DE DUAS RAÇÕES ENSILADAS PARA VACAS DE CORTE  
GESTANTES: PARÂMETROS QUÍMICOS, NUTRICIONAIS E RESPOSTAS  
PRODUTIVAS NAS VACAS E SUAS PROGÊNIES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes para a obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Thiago Fernandes Bernardes  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2024**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Ferreira, Robson Leandro.

Avaliação de duas rações ensiladas para vacas de corte  
gestantes: parâmetros químicos, nutricionais e respostas produtivas  
nas vacas esuas progênes / Robson Leandro Ferreira. - 2024.  
79 p.

Orientador(a): Thiago Fernandes Bernardes.

Coorientador(a): Mateus Pies Gionbelli.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. Nutrição materna. 2. Programação fetal. 3. Silagem de ração  
total. I. Bernardes, Thiago Fernandes. II. Gionbelli, Mateus Pies.  
III. Título.

**ROBSON LEANDRO FERREIRA**

**AVALIAÇÃO DE DUAS RAÇÕES ENSILADAS PARA VACAS DE CORTE  
GESTANTES: PARÂMETROS QUÍMICOS, NUTRICIONAIS E RESPOSTAS  
PRODUTIVAS NAS VACAS E SUAS PROGÊNIES**

**EVALUATION OF TWO ENSILED RATION FOR PREGNANT BEEF COWS:  
CHEMICAL, NUTRITIONAL PARAMETERS AND PRODUCTION RESPONSES IN  
COWS AND THEIR PROGENIES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes para a obtenção do título de Doutor.

Aprovado, em 19 de abril de 2024


Prof. Dr. Thiago Fernandes Bernardes - Universidade Federal de Lavras

Prof. Dr. Rafael Fernandes Leite - Universidade Federal de Lavras

Prof. Dr. Mateus Pies Gionbelli - Universidade Federal de Lavras

Prof. Dr. Rondineli Pavezzi Barbero – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Rodrigo Silva Goulart – Universidade de São Paulo

Documento assinado digitalmente  
 THIAGO FERNANDES BERNARDES  
Data: 25/06/2024 12:59:54-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Thiago Fernandes Bernardes  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2024**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me dado força e perseverança para conseguir chegar até o final desta caminhada.

A toda a minha família, em especial aos meus pais (Adelson José Ferreira e Maria Carmem de Jesus Ferreira) pelo apoio, valores e ensinamentos.

A minha noiva Érika Ribeiro Gomes por ter participado, as vezes de forma direta e em outras de forma indireta, mas esteve comigo em diferentes etapas até aqui.

Ao meu orientador e grande amigo Professor Dr. Thiago Fernandes Bernardes pela orientação e pelos ensinamentos tanto no âmbito acadêmico quanto pessoal. Foram experiências que participaram ativamente da minha formação como ser humano e profissional.

Ao meu co-orientador Professor Dr. Mateus Pies Gionbelli pelo conhecimento adquirido durante as disciplinas e por participarem da minha orientação.

A UFLA pela oportunidade de realizar o curso de doutorado, mas em especial ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

A todos que participaram de alguma forma do desenvolvimento deste projeto, mas em especial aos participantes do NEFOR e principalmente aos integrantes do mesmo grupo de orientação.

O presente trabalho foi realizado com apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e com financiamento experimental da empresa Trouw Nutrition®.

## RESUMO

A conservação de alimentos na forma de ração expõe a proteína da dieta à degradação durante o período de armazenamento, o que aumenta a concentração de proteína solúvel. O objetivo deste estudo foi avaliar se o processo de conservação poderia impactar sobre os parâmetros químicos, nutricionais e respostas produtivas das vacas e suas progênes. Para isso, foram realizados dois experimentos (exp. 1 e 2). No exp. 1 os tratamentos experimentais foram duas rações parciais ensiladas, compostas por: 1) capim Marandu (87,6% MS) e grãos secos de destilaria (12,8% MS) e 2) capim Marandu (87,6% MS), casca de soja (11,7% MS) e ureia (1,1% MS), além disso, as duas rações foram ensiladas com e sem a aplicação de um aditivo ácido (Fylax® Forte Liquid), na dose de 1 mL por Kg de alimento ensilado. As variáveis avaliadas foram: pH, estabilidade aeróbia, perdas de matéria seca (MS), perfil de fermentação, contagem de microrganismos e composição química. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 2 x 2, com cinco repetições cada. Foi considerado como significativos valores de  $P \leq 0,05$ . No exp. 2 foram utilizadas trinta e três vacas de corte Tabapuã no terço médio da gestação ( $\pm 130$  dias de gestação), as quais foram distribuídas aleatoriamente para os tratamentos: 1) ração ensilada contendo capim Marandu (86,3% MS), DDG (12,7% MS) e mistura mineral (1,0% MS;  $n = 17$ ) ou 2) ração ensilada contendo capim Marandu (86,29% MS), casca de soja (11,6% MS), ureia (1,1% MS) e mistura mineral (1,0% MS;  $n = 16$ ). Em ambas as rações foi aplicado o aditivo ácido no momento da ensilagem, na dose de 1 L por tonelada de alimento. A estrutura de estocagem utilizada foram silos bolsa, e estocados por 47 dias. As vacas foram alojadas em baias individuais por 100 dias. O período de coletas para digestibilidade foi de quatro dias, onde foram coletadas amostras de fezes e de urina. As amostras de parâmetros sanguíneos foram coletadas no último dia de confinamento. Na análise estatística utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com um arranjo fatorial  $2 \times 2$ , referente à nutrição materna e ao sexo da progênie, através da função *lm* do R. No exp. 1 a presença do aditivo reduziu as perdas de MS nas dietas ( $P < 0,01$ ), e proporcionou uma menor participação da fração C na proteína total ( $P < 0,01$ ). No exp. 2 as vacas alimentadas com a silagem que tinha DDG apresentaram maior consumo de matéria seca ( $P < 0,01$ ), peso ao final do confinamento ( $P < 0,01$ ), maior GMD ( $P < 0,01$ ) e ganharam 50 g/dia. Enquanto as vacas alimentadas com dieta CS perderam 445 g/dia e tiveram maiores concentrações plasmáticas de ureia antes da alimentação ( $P < 0,01$ ), de ácidos graxos não esterificados ( $P = 0,02$ ) e beta-hidroxibutirato ( $P < 0,01$ ). As rações tiveram boa conservação, e o uso do aditivo reduziu as perdas de matéria seca e a participação da fração C da PB. A dieta com DDG proporcionou maior consumo e desempenho das vacas durante a gestação, contudo este desempenho superior não teve efeito sobre o desempenho da progênie.

**Palavras-chave:** Nutrição materna; programação fetal; silagem de ração total

## ABSTRACT

Preservation feed in the form of ration exposes dietary protein to degradation during the storage period, which increases the concentration of soluble protein. The objective of this study was to evaluate whether the conservation process could impact the chemical, nutritional parameters and productive responses of cows and their progeny. For this, two experiments were carried out (exp. 1 and 2). In exp. 1 the experimental treatments were two partial ensiled rations, composed of: 1) Marandu grass (87.6% DM) and dry distillers grains (12.8% DM) and 2) Marandu grass (87.6% DM), soybean hulls (11.7% DM) and urea (1.1% DM), in addition, the two rations were ensiled with and without the application of an acid additive (Fylax® Forte Liquid), at a dose of 1 mL per kg of ensiled food. The variables evaluated were pH, aerobic stability, dry matter losses (DM), fermentation profile, microorganism count and chemical composition. The experimental design was completely randomized, in a 2 x 2 factorial arrangement, with five replications each. Values of  $P \leq 0.05$  were considered significant. In exp. 2, thirty-three Tabapuã beef cows were used in the middle third of gestation ( $\pm 130$  days of gestation), which were randomly distributed to the treatments: 1) ensiled ration containing Marandu grass (86.3% DM), DDG (12.7% DM) and mineral mixture (1.0% DM;  $n = 17$ ) or 2) ensiled ration containing Marandu grass (86.3% DM), soybean hulls (11.6% DM), urea (1.1% DM) and mineral mixture (1.0% DM;  $n = 16$ ). The acid additive was applied to both feeds at the time of ensiling, at a dose of 1 L per ton of feed. The storage structure used was bag silos and stored for 47 days. Cows were housed in individual stalls for 100 days. The collection period for digestibility was four days, where fecal and urine samples were collected. Blood parameter samples were collected on the last day of confinement. In the statistical analysis, a completely randomized design was used with a  $2 \times 2$  factorial arrangement, referring to maternal nutrition and the sex of the progeny, using the `lm` function of R. In exp. 1 the presence of the additive reduced DM losses in the diets ( $P < 0.01$ ) and provided a lower participation of the C fraction in total protein ( $P < 0.01$ ). In exp. 2 cows fed with silage containing DDG had higher dry matter intake ( $P < 0.01$ ), weight at the end of confinement ( $P < 0.01$ ), higher ADG ( $P < 0.01$ ) and gained 50 g/day. While cows fed the CS diet lost 445 g/day and had higher plasma concentrations of urea before feeding ( $P < 0.01$ ), nonesterified fatty acids ( $P = 0.02$ ) and beta-hydroxybutyrate ( $P < 0.01$ ). The rations were well preserved, and the use of the additive reduced dry matter losses and the participation of fraction C of CP. The DDG diet provided greater intake and performance of cows during pregnancy, however this superior performance had no effect on the performance of the progeny.

**Key words:** Fetal Programming; maternal nutrition; TMR silage

### **Impactos sociais, tecnológicos, econômicos e culturais**

Existem poucas informações sobre o efeito da suplementação de vacas de corte durante a gestação, sobretudo utilizando como alimento rações ensiladas, o que evidencia o caráter inovador da pesquisa realizada. Ao considerar a época que é feita a estação de monta no Brasil, o terço médio da gestação coincide com a época de baixa disponibilidade e qualidade das forragens. Uma das alternativas para reduzir os efeitos da estacionalidade forrageira é a utilização de silagens. O objetivo deste estudo foi avaliar se o processo de conservação poderia impactar sobre os parâmetros químicos, nutricionais e respostas produtivas das vacas e suas progênes. Foi importante avaliar a utilização de subprodutos abundantes (casca de soja e DDG) como ingredientes para a confecção de rações ensiladas, as quais são produzidas durante o período de verão, e posteriormente utilizadas como suplementação volumosa para vacas de corte durante o período seco do ano. Além de poder melhorar os índices produtivos das matrizes, também pode refletir positivamente no desempenho da progênie, o que pode contribuir para uma pecuária de corte mais eficiente e sustentável.

### **Social, technological, economic and cultural impacts**

There is little information on the effect of supplementing beef cows during pregnancy, especially using ensiled ration as feed, which highlights the innovative nature of the research carried out. When considering the breeding season in Brazil, the mid-gestation coincides with the period of low availability and quality of forage. One of the alternatives to reduce the effects of forage seasonality is the use of silage. The objective of this study was to evaluate whether the conservation process could impact the chemical, nutritional parameters and productive responses of cows and their progeny. It was important to evaluate the use of abundant by-products (soybean hulls and DDG) as ingredients for the manufacture of ensiled feed, which are produced during the summer period, and subsequently used as bulky supplementation for beef cows during the dry period of the year. In addition to being able to improve the productive indexes of the matrices, it can also reflect positively on the performance of the progeny, which can contribute to more efficient and sustainable beef cattle farming.

## RESUMO GRÁFICO

### AVALIAÇÃO DE DUAS RAÇÕES ENSILADAS PARA VACAS DE CORTE GESTANTES: PARÂMETROS QUÍMICOS, NUTRICIONAIS E RESPOSTAS PRODUTIVAS NAS VACAS E SUAS PROGÊNIES

**Objetivo:** avaliar o efeito da alta e baixa PNDR sobre o consumo, digestibilidade de nutrientes e desempenho das vacas e da progênie.



#### Tratamentos:

33 vacas prenhas (Tabapuã)

Terço médio da gestação:

Silagem de TMR

Braquiária, casca de soja, ureia e mineral (A1 ± 34% do N)

Braquiária, DDG e mineral (A1 ± 13% do N)

Terço final da gestação: (pasto diferido + suplemento proteico)

#### Resultados:

Consumo  
GMD  
NEFA  
BHBA

5,3 Kg MS/dia  
-445 g/dia  
0,34 mmol/L  
0,21 mmol/L

7,2 Kg MS/dia  
+50 g/dia  
0,29 mmol/L  
0,15 mmol/L

↓ mobilização de reservas corporais

Sem efeito das dietas sobre o desempenho da progênie na fase de cria.



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Inclusão dos ingredientes e composição química (% da MS) das dietas parciais que foram ensiladas.....	34
Tabela 2. Efeito do tipo de dieta e da presença do aditivo sobre as perdas de matéria seca, estabilidade aeróbia e perfil de fermentação e composição química das silagens de ração parcial (PMR).....	37
Tabela 3. Inclusão dos ingredientes e composição química das dietas (% da MS) fornecidas as vacas durante o terço médio da gestação.....	50
Tabela 4. Influência da alimentação de vacas de corte no terço médio da gestação com dietas totais ensiladas e do sexo da progênie sobre o consumo e digestibilidade aparente no trato total de nutrientes.....	57
Tabela 5. Influência da alimentação de vacas de corte no terço médio da gestação com dietas totais ensiladas e do sexo da progênie sobre a produção de proteína microbiana, consumo de nitrogênio (N), excreção de N e balanço de N.....	58
Tabela 6. Influência da alimentação de vacas de corte no terço médio da gestação com dietas totais ensiladas e do sexo da progênie sobre o peso corporal (PC), peso corporal de Emphy prenhe (PCVZp), peso corporal de Emphy não prenhe (EBWnp), componentes prenhes e escore de condição corporal (ECC) em vacas de corte.....	60
Tabela 7. Influência da alimentação de vacas de corte no terço médio da gestação com dietas totais ensiladas e do sexo da progênie sobre os hormônios e metabólitos plasmáticos.....	61
Tabela 8. Influência da alimentação de vacas de corte no terço médio da gestação com dietas totais ensiladas e do sexo da progênie sobre o índice de pulsatilidade, índices de resistência e relação sístole/diástole.....	62
Tabela 9. Influência da alimentação de vacas de corte no terço médio da gestação com dietas totais ensiladas e do sexo da progênie sobre o consumo e digestibilidade aparente no trato total de nutrientes durante a fase de lactação.....	63

Tabela 10. Influência da alimentação de vacas de corte no terço médio da gestação com dietas totais ensiladas e do sexo da progênie sobre a produção e composição do leite..... 64

Tabela 11. Influência da alimentação de vacas de corte no terço médio da gestação com dietas totais ensiladas e do sexo da progênie sobre o peso e ganho médio diário..... 65

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Efeitos da nutrição materna no desenvolvimento da musculatura esquelética fetal bovina.....	20
Figura 2. Efeito do tipo de ração ensilada e da presença do aditivo sobre a concentração de matéria seca (MS).....	38
Figura 3. Efeito do tipo de ração ensilada e da presença do aditivo sobre a concentração de ácido acético.....	38
Figura 4. Efeito da ração ensilada e do sexo da progênie sobre a digestibilidade aparente da matéria seca (MS) no trato total.....	57
Figura 5. Efeito da ração ensilada e do sexo da progênie sobre a digestibilidade aparente da proteína bruta (PB) no trato total.....	58
Figura 6. Efeito da ração ensilada e do sexo da progênie sobre a excreção urinária de nitrogênio.....	59
Figura 7. Efeito da ração ensilada e do sexo da progênie sobre a concentração do fator de crescimento semelhante à insulina - IGF-1.....	61
Figura 8. Efeito da ração ensilada e do sexo da progênie sobre a relação sístole/diástole aos 270 dias de gestação.....	62

## SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	14
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	16
2.1. Contexto da atividade de cria .....	16
2.2. Exigências nutricionais para vacas de corte gestantes.....	16
2.3. Alterações metabólicas durante a gestação .....	17
2.4. Programação fetal e desenvolvimento do tecido muscular e adiposo .....	19
2.5. Estratégias de redução da estacionalidade de produção forrageira .....	20
2.6. Silagem de dieta total e parcial.....	22
2.7. Diferenças nutricionais e alterações metabólicas esperadas.....	24
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	26
CAPÍTULO II.....	32
RESUMO .....	32
1. INTRODUÇÃO.....	33
2. MATERIAIS E MÉTODOS .....	34
2.1. Colheita e ensilagem.....	34
2.2. Preparo e análise das amostras .....	35
2.3. Análise estatística .....	36
3. RESULTADOS.....	37
4. DISCUSSÃO .....	40
5. CONCLUSÃO.....	43
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44
CAPÍTULO III .....	47
RESUMO .....	47

1.	INTRODUÇÃO.....	48
2.	MATERIAIS E MÉTODOS .....	49
2.1.	Local e procedimentos pré-experimentais .....	49
2.2.	Produção das rações ensiladas .....	49
2.3.	Animais e distribuição dos tratamentos experimentais .....	50
2.4.	Avaliações e coletas .....	51
2.4.1.	Ganho de peso e escore de condição corporal .....	51
2.4.2.	Digestibilidade aparente no trato total.....	52
2.4.3.	Análise hormonal e de metabólitos .....	53
2.4.4.	Índices de resistência .....	53
2.4.5.	Análises laboratoriais .....	54
2.5.	Análise estatística .....	54
3.	RESULTADOS.....	56
3.1.	Gestação.....	56
3.2.	Lactação.....	62
4.	DISCUSSÃO .....	66
5.	CONCLUSÃO.....	73
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	74

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUÇÃO GERAL

Na bovinocultura podem ser utilizados grande número de ingredientes para a alimentação animal, sendo as pastagens aquele que contribui em maior proporção. As quais ocupando uma área estimada de 163 milhões de hectares, sob uma lotação de média de 0,9 UA/ha (ABIEC, 2022). Dentre as forrageiras disponíveis, destacam-se como as mais utilizadas aquelas pertencentes aos gêneros *Urochloa* (Braquiária) e *Megathyrsus* (Panicum), devido à alta produtividade em condições de clima tropical e as suas capacidades de adaptação nas mais variadas condições edafoclimáticas (BARBERO *et al.*, 2021; JANK *et al.*, 2014; PEDREIRA *et al.*, 2017).

Outro ponto importante, é a existência da estacionalidade da produção forrageira ao longo do ano, concentrando maior produção forrageira no período chuvoso, e no período seco uma menor produção (PEDREIRA e DE MATTOS, 1981). Esta variação no acúmulo da forragem ao longo do ano tem influência sobre a taxa de lotação, o que expõe a necessidade de adoção de estratégias para suprir a deficiência quantitativa de forragem para que se possa atingir a demanda dos animais (BARBERO *et al.*, 2021; BRAGA *et al.*, 2007).

Durante o período seco, predomina-se a redução da oferta e da qualidade de forragem. A menor concentração de proteína bruta (PB) resulta em deficiência de compostos nitrogenados, os quais são utilizados para a síntese de enzimas microbianas, o que leva a diminuição da ingestão e digestibilidade (DETMANN *et al.*, 2014).

Dentre as alternativas para melhorar a distribuição de alimentos ao longo do ano, está o processo de ensilagem. O qual permite colher a forragem com maior valor nutritivo e posterior disponibilização aos animais. Caso a opção seja utilizar forrageiras tropicais, estas possuem alta concentração de umidade, o que facilita a ocorrência de perdas fermentativas e produção de efluentes (DANIEL *et al.*, 2019). Uma solução é ensilar forrageiras tropicais juntamente com alimentos concentrados, já que a proteína da dieta não afeta negativamente o processo de fermentação (GUSMÃO *et al.*, 2018). Além disso, a utilização de uma dieta total ensiladas seria uma alternativa que proporciona um melhor aproveitamento da forragem produzida, já o material é colhido de forma mecânica e não teriam perdas relativas ao pisoteio e a defecação dos animais, proporcionando assim uma maior taxa de lotação.

Nos sistemas de cria gado de corte presentes no Brasil central, a estação de monta normalmente ocorre durante o verão, devido as melhores condições de produção de forrageira

e de composição nutricional. Fazendo com que parte do desenvolvimento gestacional ocorra durante o período seco, onde se tem baixa disponibilidade e qualidade de forragem.

A restrição de nutrientes durante o terço médio da gestação provoca redução do número de fibras musculares, já que a formação da maioria destas ocorre nesta fase. E o músculo esquelético tem menor prioridade na partição de nutrientes, quando comparado com outros órgãos, afetando negativamente o desempenho futuro da progênie (DU *et al.*, 2010a).

Com intuito de investigar qual seria a melhor alternativa de ração a ser ensilada, optou-se por testar os dois dos concentrados (subprodutos) de maior oferta no cenário nacional. Sendo eles a casca de soja e os grãos secos de destilaria (DDG), já que são obtidos a partir dos grãos cultivados em maior quantidade em nosso país.

Considerando que o ingrediente de maior inclusão na ração é um capim tropical (Braquiária), torna-se dispensável o uso de inoculantes bacterianos, já que não são eficientes em alterar o perfil da fermentação (BERGAMASCHINE *et al.*, 2006). Restando como alternativas aditivos sequestrantes de umidade e/ou aditivos redutores de fermentação indesejada, como é o caso dos ácidos orgânicos.

Considerando a alta demanda por aminoácidos, e a capacidade de mobilização de tecidos corporais em vacas gestante, foi considerada a hipótese de que vacas alimentadas durante o terço médio da gestação com uma dieta total ensilada com maior proporção de proteína não degradável no rumem (PNDR) teriam maior desempenho e possibilitariam um desenvolvimento superior da progênie.

O objetivo geral deste estudo foi: avaliar o processo de conservação de rações ensiladas e possíveis impactos sobre os parâmetros químicos, nutricionais e respostas produtivas (das vacas e de suas progênies). E os objetivos específicos são: 1) avaliar a influência da presença de um aditivo ácido sobre as características fermentativas e composição química de duas dietas em mistura parcial ensiladas. 2) avaliar os efeitos da alimentação, com duas rações ensiladas (baixa e alta proteína não degradável no rúmen; PNDR), de vacas de corte durante o terço médio da gestação sobre o consumo, digestibilidade, parâmetros sanguíneos e desempenho materno e da progênie.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Contexto da atividade de cria**

A atividade com maior efetivo de rebanho dentro da pecuária brasileira é a bovinocultura de corte, a qual pode ser subdividida em três etapas: 1) cria (produção de bezerros); 2) recria (preparação dos animais para a reprodução ou engorda) e, 3) terminação (engorda e acabamento para o abate), as quais são desenvolvidas como atividades isoladas ou combinadas de forma a se complementarem (CEZAR *et al.*, 2005).

A primeira fase inicia-se no manejo reprodutivo e termina na desmama do bezerro, quando iniciamos a segunda fase, e esta termina na puberdade. Já a terceira etapa se inicia após a puberdade e se encerra no momento do abate. As duas etapas iniciais são realizadas majoritariamente em pastagens, devido ao menor custo com a produção de alimentos (BARCELLOS *et al.*, 2005).

Vale ressaltar que a etapa de cria pode ser considerada como um pilar para as outras, uma vez que fornece o principal ativo necessário para realização das fases seguintes, que é o bezerro, e a eficiência delas é dependente da qualidade dos bezerros produzidos (DIAS e OSAKI, 2010).

Os sistemas de cria gado de corte que realizam estação de monta, este período normalmente ocorre durante o verão, devido as melhores condições de produção de forrageira e de composição nutricional. Fazendo com que parte do desenvolvimento gestacional ocorra durante o período seco, onde se tem baixa disponibilidade e qualidade de forragem (PAULINO *et al.*, 2008; LOPES, 2012), A redução da proteína bruta (PB) da pastagem limita a disponibilidade de nitrogênio para o crescimento microbiano no rúmen, prejudicando a utilização de carboidratos fibrosos (LAZZARINI *et al.*, 2009). Levando a um decréscimo no consumo, e por consequência uma redução do fornecimento de proteína e energia (RODRIGUES *et al.*, 2020).

No caso de ocorrer restrição nutricional nos terços médio e final da gestação, pode comprometer não só o desenvolvimento fetal, mas também o desempenho futuro da progênie (BARCELOS *et al.*, 2022; NASCIMENTO *et al.*, 2022; GIONBELLI *et al.*, 2024).

### **2.2. Exigências nutricionais para vacas de corte gestantes**

As exigências nutricionais de energia e proteína para gestação nos primeiros meses, são requeridas em menores quantidades, as quais são necessárias para suportar o crescimento dos

constituintes do útero grávido (GIONBELLI *et al.*, 2016). Segundo estes autores o incremento das exigências de energia e proteína metabolizável para gestação passam a representar mais de 5% dos requerimentos de manutenção somente a partir de 141 e 111 dias de gestação, respectivamente.

Segundo Gionbelli *et al.*, (2016) a partir dos 135 dias de gestação o acréscimo nas exigências é de 4,5% para energia e de 10% para proteína, isso considerando uma vaca de 500 kg de peso corporal e gestando um bezerro com peso ao nascimento estimado de 32 kg. Logo deve-se considerar como variações significativas somente aquelas ocorridas nos últimos 155 dias de gestação (considerando o tempo médio de gestação de zebuínos, que é de 290 dias). No entanto, o ajuste da dieta de vacas gestantes em curtos períodos torna-se inviável do ponto de vista prático, sendo a recomendação de atendimento das exigências de gestação dividida em três fases, chamadas de início, meio e final da gestação (GIONBELLI *et al.*, 2016).

A primeira fase corresponde a poucas alterações nas exigências, sendo usual considerar somente aquelas relacionadas a manutenção do animal. A segunda fase com duração de noventa e cinco dias corresponde do 136º ao 230º dia de gestação, as exigências consideradas são aquelas de manutenção, para ganho de tecidos maternos e para gestação, de forma prática deve-se considerar a exigência média referente ao 191º dia de gestação. A última fase da gestação com duração de sessenta dias, que corresponde do 230º dia de gestação até o parto (aproximadamente 290º dia), é recomendada a utilização prática das exigências referente ao 264º dia de gestação, (GIONBELLI *et al.*, 2016; VALADARES FILHO *et al.*, 2020a).

O aumento nos requerimentos energético e protéicos de vacas prenhas pode ser explicado pelo fato de que com o avançar da gestação, aumenta-se a demanda por glicose e aminoácidos, os quais serão utilizados como substratos para suportar o desenvolvimento dos tecidos (uterinos, placentários e fetais).

### **2.3. Alterações metabólicas durante a gestação**

O fornecimento de nutrientes ao feto é feito pela disponibilização de glicose e aminoácidos, já que o transporte placentário de ácidos graxos e cetonas de cadeia curta e longa é limitado em ruminantes (BELL, 1993; BELL, 1995).

Com relação ao metabolismo energético fetal, a captação uterina de glicose pode chegar em cerca de metade do suprimento materno total de glicose (BELL, 1995). E cerca de 30 a 40% do substrato utilizado para a oxidação fetal é obtido a partir de aminoácidos, podendo ocorrer também absorção de pequenas quantidades de 3-hidroxibutirato, o qual é utilizado

principalmente no metabolismo dos tecidos uteroplacentários. (BELL, 1993). Além disso, com o avanço da gestação ocorre um aumento na taxa metabólica fetal, podendo chegar em cerca do dobro daquela realizada pela mãe, o que pode ser avaliado pelo consumo de oxigênio em proporção do peso corporal (REYNOLDS *et al.*, 1986).

Além disso, há a necessidade de deposição de proteína fetal, a qual pode ser responsável por utilizar até 50% dos aminoácidos absorvidos pelo feto (REYNOLDS *et al.*, 1986). Paralelamente há estudos que evidenciam que na fase final da gestação cerca de 32% do nitrogênio oriundo dos aminoácidos absorvidos pelo feto é utilizado para deposição de proteína tecidual, indicando que o requerimento fetal de aminoácidos metabolizáveis pode ser de até três vezes a sua necessidade líquida para crescimento (BELL, 1993). Em síntese, pode-se considerar que quase todo o nitrogênio adquirido pelo feto está na forma de aminoácidos, dos quais cerca de 60% desses são usados na síntese de proteínas para os tecidos, e os 40% restantes são catabolizados (BELL *et al.*, 2005).

Apesar da importância e da alta demanda de glicose pelo útero durante a gestação, os ruminantes apresentam dificuldade em aumentar seus níveis circulatórios deste carboidrato, como forma de compensação, tais animais utilizam de outros precursores energéticos como os aminoácidos para realização da gliconeogênese (MCNEILL *et al.*, 1997). O que pode ser comprovado pelo fato de que vacas submetidas a restrições moderadas são capazes de manter um suprimento de glicose adequado para o desenvolvimento fetal, através de mobilização de reservas corporais, ou através da alteração do seu perfil metabólico, contudo os mecanismos reguladores dessa mobilização proteica ainda não são claros (BELL, 1993; LOPES *et al.*, 2020).

Dentre as alterações metabólicas realizadas por animais neste estágio fisiológico como forma de suprir a alta demanda proteica e energética, podem ser ressaltadas: aumento da gliconeogênese a partir de substratos endógenos (aminoácidos, glicerol e lactato), a redução na captação de glicose pelos tecidos periféricos e aumento moderado da mobilização de ácidos graxos não esterificados (NEFA) do tecido adiposo para utilização hepática e periférica e (BELL, 1993; BELL, 1995; FREETLY *et al.*, 2008).

Um exemplo desta estratégia é a economia de energia por parte do epitélio ruminal de animais em final de gestação, como forma de favorecer o suprimento constante de energia destinado para prenhez (MOREIRA *et al.*, 2021). Sendo estas afirmações comprovadas com a avaliação dos perfis metabólitos circulantes e da perda de peso corporal.

#### 2.4. Programação fetal e desenvolvimento do tecido muscular e adiposo

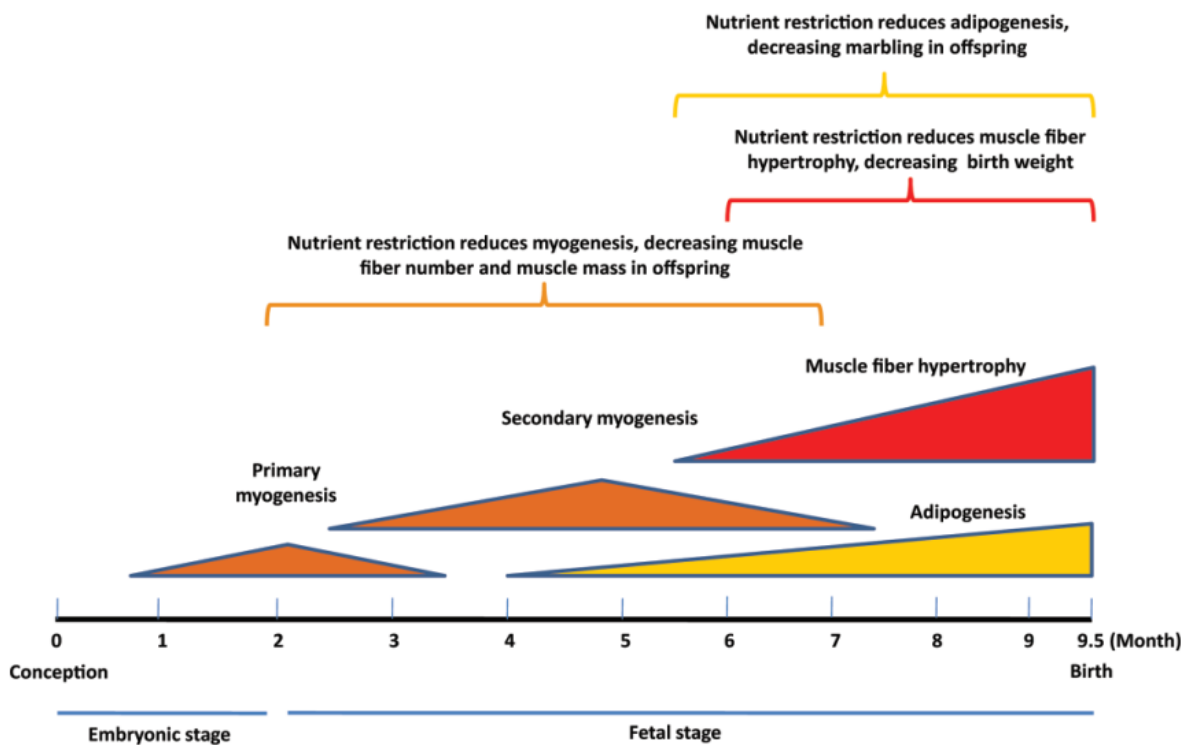
O desenvolvimento do músculo esquelético inicia ainda no estágio embrionário, e continua na fase fetal (até dois meses após a concepção), onde ocorre o desenvolvimento das fibras musculares primárias. Porém, nestas duas fases a nutrição materna tem efeitos insignificantes sobre desenvolvimento do músculo esquelético fetal (RUSSELL e OTERUELO, 1981; DU *et al.*, 2010a). Já, nas fases seguintes da gestação ocorre a formação da maioria das fibras musculares, e nestas a nutrição materna passa a ser um aspecto importante, já que o músculo esquelético tem menor prioridade na partição de nutrientes, ao ser comparado com outros órgãos como cérebro, coração e fígado (DU *et al.*, 2010a). O que resulta na vulnerabilidade do desenvolvimento muscular esquelético a disponibilidade dos nutrientes, e o efeito destas alterações é considerado de longa duração, já que não há aumento no número de fibras musculares após o nascimento (ZHU *et al.*, 2004; ZHU *et al.*, 2006).

No segundo terço da gestação ocorre uma segunda onda de formação de miofibras (miofibras secundárias), onde se forma a maioria das fibras, e o desenvolvimento muscular durante esta fase é ainda mais vulnerável as alterações nutricionais (ZHU *et al.*, 2004; DU *et al.*, 2010a). Paralelamente a formação das miofibras secundárias se sobrepõem o início da formação dos adipócitos intramusculares e fibroblastos, já que a adipogênese é iniciada por volta do terço médio da gestação (Figura 1; DU *et al.*, 2010a).

A restrição de nutrientes durante o terço médio da gestação provoca redução do número de fibras musculares, o que afeta negativamente o desempenho da progênie, em contrapartida se for feito o fornecimento adequado de nutrientes durante o segundo trimestre, ocorre um aumento massa muscular e na eficiência de produção da progênie (DU *et al.*, 2010a). Enquanto, a restrição no final da gestação reduz o tamanho das fibras musculares e a formação de adipócitos intramusculares, logo se for feita uma suplementação na fase final da gestação aumenta-se o tamanho das fibras musculares, e não o número de fibras musculares (DU *et al.*, 2011).

Na fase final da gestação as exigências nutricionais aumentam muito, e normalmente há mobilização de tecidos corporais maternos para suprir de forma adequada as demandas de nutrientes para o crescimento dos tecidos do útero gestante (BELL *et al.*, 2005). No entanto, segundo Du *et al.*, (2010a) o amadurecimento do músculo esquelético ocorre somente no final da gestação (aproximadamente por volta dos 210 dias de gestação), e a restrição de nutrientes após esta fase não tem grande impacto no número de fibras musculares.

Figura 1. Efeitos da nutrição materna no desenvolvimento da musculatura esquelética fetal bovina.



Fonte: Adaptado de Du *et al.* (2010a).

Já a formação dos adipócitos ocorre principalmente no final da gestação e se estende até os primeiros estágios após a desmama. Desse modo, o manejo nutricional materno durante este período afeta a hiperplasia dos adipócitos, e conseqüentemente o desenvolvimento do tecido adiposo, sendo a densidade de adipócitos intramusculares um dos principais determinantes para o marmoreio (DU *et al.*, 2011; DU *et al.*, 2015).

## 2.5. Estratégias de redução da estacionalidade de produção forrageira

As forrageiras tropicais, em geral possuem uma sazonalidade de produção, ocorrendo diferenças quanto à qualidade e quantidade da forragem ao longo do ano. No período seco a produção reduz bastante, além de perder em qualidade, afetando o aproveitamento da dieta e o desempenho animal (HOFFMANN *et al.*, 2014).

Dentre as alternativas possíveis para equilibrar o déficit forrageiro no período seco do ano, encontram-se estratégias como o diferimento de pastagem, a utilização de suplementos proteico e a ensilagem de capins tropicais.

O diferimento de pastagens consiste em vedar uma determinada área no final da estação de crescimento (período das águas), possibilitando que o excesso de forragem produzida possa

ser utilizado para pastejo direto durante o período de escassez. Uma estratégia para ser utilizada em conjunto é a aplicação de adubo nitrogenado no momento da vedação do pasto, para acelerar a taxa de acúmulo de forragem (SANTOS e BERNARDI, 2005; EUCLIDES *et al.*, 2007).

Uma implicação com relação ao uso do diferimento é a época em que o pasto deve ser reservado. Se for reservada muito cedo, no momento da utilização a forragem terá baixo valor nutritivo e aumenta os riscos de perdas antes e durante o pastejo, já se o período de vedação for curto, não terá acúmulo de forragem o suficiente (SANTOS e BERNARDI, 2005).

O sucesso da utilização desta prática é dependente da seleção de forrageiras adequadas, e da definição de períodos de diferimento e utilização específicos. Mas é sabido que o maior limitante para o desempenho animal durante a fase de utilização é a baixa concentração de proteína bruta (EUCLIDES *et al.*, 2007).

Uma alternativa a esta limitação é o suprimento de nutrientes não disponíveis pela fonte basal (pasto) de alimento através da suplementação (PAULINO *et al.*, 2002). O emprego de suplementos na estação seca visa suprir as exigências dos nutrientes limitantes, compensando assim a baixa qualidade forrageira (HOFFMANN *et al.*, 2014).

Com o avançar da estação seca, as plantas forrageiras reduzem a sua qualidade nutricional, aumentando a lignificação da fração fibrosa, reduzindo o conteúdo celular e abaixando o nível de compostos nitrogenados (PAULINO *et al.*, 2006; LOPES, 2012). Neste período as forrageiras geralmente apresentam concentrações de proteína bruta (PB) abaixo de 7%, que é considerado como mínimo para adequada atividade dos microrganismos ruminais, já que níveis abaixo desse valor promove decréscimo no consumo de forragem e por consequência no desempenho animal (POPPI e MCLENNAN, 1995).

O uso da suplementação para animais em pastejo é uma estratégia eficiente, já que a suplementação proteica (seja na forma de proteína verdadeira ou como nitrogênio não proteico - NNP) favorece o crescimento das bactérias fibrolíticas, aumentando a taxa de degradação e a síntese de proteína microbiana (PAULINO *et al.*, 2006).

Dentre as possibilidades de interações que podem ocorrer no consumo de forragem e de suplemento estão: efeito aditivo, combinado e substitutivo. No primeiro o consumo de forragem é constante e ocorre adição no consumo total, no segundo o consumo total aumenta, porém há redução do consumo de forragem, e no último o consumo total é constante, porém o consumo de forragem diminui na mesma proporção que aumenta o consumo de suplemento (REIS *et al.*, 2009).

Uma outra forma de melhorar a distribuição da produção forrageira ao longo do ano, é através da ensilagem, pois esta estratégia permite aumentar a taxa de lotação e os ganhos

individuais (DANIEL *et al.*, 2019). E segundo estes mesmos autores se as forrageiras tropicais forem colhidas no ponto de máximo valor nutritivo, estarão com um alto teor de umidade. Podendo prejudicar o processo de conservação, na forma de fermentação indesejada (butírica) ou produção de efluentes (NUSSIO, 2005).

Dentre as estratégias que podem ser utilizadas para mitigar tais perdas, está a utilização da ensilagem de gramíneas juntamente com alimentos secos, na forma de dietas parciais ou totais pode produzir silagens com menores perdas e com maior potencial de consumo (DANIEL *et al.*, 2019). Já que este tipo de silagem pode ser adequadamente conservado, sem que a fonte proteica afete negativamente o processo fermentativo (GUSMÃO *et al.*, 2018).

## **2.6. Silagem de dieta total e parcial**

O processo de ensilagem de dieta total (TMR) ou parcial (PMR) teve início por volta da metade do século XX (ARAKI, 2020), com os primeiros estudos sobre silagem de TMR relatados na década de 1960 nos Estados Unidos (OWEN e HOWARD, 1965; BUENO *et al.*, 2020). Contudo, a motivação para a retomada do seu uso está relacionada com a oportunidade de conservação de resíduos úmidos coproduzidos pela agroindústria (BUENO *et al.*, 2020) ou como estratégia para melhorar o processo de fermentação de forragens úmidas (GUSMÃO *et al.*, 2018).

O processo de produção consiste na mistura e ensilagem de forragens, subprodutos, concentrados (energéticos e/ou proteicos), minerais, vitaminas e aditivos, os quais são balanceados de forma a atender a demanda nutricional de determinado grupo de animais (YUAN *et al.*, 2015). Já com relação a estrutura de estocagem, quando produzida na própria fazenda, pode ser armazenada em diferentes tipos de silos (BUENO *et al.*, 2020).

Dentre os benefícios alcançados com a utilização das silagens de PMR e TMR, podem ser citados a redução do gasto com mão de obra e maquinário (quando comprada pronta), possibilidade de conservação de alimentos úmidos sem a necessidade de secagem. Ao misturar alimentos secos e úmidos melhora o processo de conservação, minimizando o risco de produção de efluentes e de fermentação indesejável, surgindo como uma oportunidade de negócios promissora para a agroindústria e como uma alternativa de simplificação do manejo nutricional na fazenda (HAO *et al.*, 2015; BUENO *et al.*, 2020).

A produção de silagens deste tipo está sujeita a algumas implicações, como a modificação das propriedades do alimento após o período de conservação, podendo alterar a concentração e a disponibilidade de nutrientes (BUENO *et al.*, 2020). A ensilagem de TMR

pode resultar em características positivas e negativas, quando comparado com a TMR antes de ser ensilada (MIYAJI *et al.*, 2017). Além disso, a qualidade da fermentação nem sempre pode ser de excelência, sendo dependente da matéria seca (MS) da mistura, quantidade de carboidratos solúveis disponíveis e da capacidade tampão (BUENO *et al.*, 2020).

O nível de umidade pode afetar o padrão de fermentação, bem como o fracionamento (como é o caso da proteína) e a disponibilidade (como é o caso do amido) dos nutrientes, ocorrendo maior proteólise em silagens de TMR com maior percentual de umidade (BUENO *et al.*, 2020). Como consequência desta maior proteólise, a silagem resultante terá maiores concentrações de ácido lático, ácido acético e nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), além de uma maior perda de MS (HAO *et al.*, 2015; BUENO *et al.*, 2020).

Segundo Bueno *et al.*, (2020) os principais substratos utilizados para o crescimento microbiano durante a fermentação da silagem são os carboidratos solúveis em água, os quais são consumidos nas primeiras semanas de fermentação. Por isso a concentração final destes carboidratos em silagens de TMR, será dependente não só da quantidade inicial, mas também do processo de fermentação.

Considerando que a maioria das bactérias responsáveis pela fermentação da silagem não estão associadas a atividade amilolítica, espera-se que não ocorra uma diminuição da concentração de amido (FERRARETTO *et al.*, 2015). Associado a um aumento na digestibilidade do amido, devido a degradação das prolaminas, que são proteínas hidrofóbicas, presentes no endosperma, as quais circundam os grânulos de amido e prejudicam a sua digestão (HOFFMAN *et al.*, 2011). Contudo, há relatos de reduções na concentração de amido em cerca de 22% em silagens de TMR (que continham milho floculado ou arroz integral) que foram armazenadas por 90 dias (MIYAJI *et al.*, 2017). Podendo também ocorrer reduções nas concentrações de hemicelulose e pectina (BUENO *et al.*, 2020).

As perdas de amido tendem a aumentar, à medida que avança o tempo de estocagem, ocorrendo uma estabilização após 90 dias da ensilagem (MIYAJI *et al.*, 2017). Além disso, os mesmos autores relataram que a umidade tem impacto na perda de amido, ocorrendo maiores perdas quando a TMR é ensilada com maior umidade.

Já com relação as perdas de proteína, estas são mínimas durante o período de armazenagem (MIYAJI *et al.*, 2017). Mas ocorre alterações nas proporções das frações proteicas, aumentando significativamente as concentrações de nitrogênio não protéico (NNP) à medida que avança o período de estocagem ou com o aumento da umidade da TMR ensilada (HAO *et al.*, 2015). Degradação proteica durante a estocagem é inevitável, podendo ocorrer mesmo em silagens bem preservadas, e tal transformação acontece em aproximadamente cerca

de 50% da proteína verdadeira (HAO *et al.*, 2020). E segundo estes autores o NNP pode ser considerado como menos eficiente no rúmen, já que a entrada de grandes quantidades de nitrogênio prontamente disponível pode levar a perdas para o meio ambiente, caso este não possa ser reciclado.

No caso das silagens de TMR todos os ingredientes que são ensilados, o que expõe as fontes proteicas à proteólise, podendo a degradação da proteína ser dividida em duas etapas. Uma primeira onde ocorre a hidrólise de proteínas, por ação das proteases vegetais e microbianas, resultando em peptídeos e aminoácidos livres (HAO *et al.*, 2015). E uma segunda onde ocorre a descarboxilação e a desaminação dos aminoácidos livres, podendo formar aminas biogênicas e dióxido de carbono, ou amônia e ácidos orgânicos (SCHERER *et al.*, 2015).

Dentre os possíveis efeitos decorrentes da alta concentração de N-NH<sub>3</sub>, pode-se considerar a possibilidade de um menor consumo de matéria seca - CMS (ROOK e GILL, 1990; CUSHNAHAN *et al.*, 1995; HUHTANEN *et al.*, 2002), e uma maior a variação no CMS (LAZZARI *et al.*, 2021). Contudo, há casos em que esta variação no consumo (aproximadamente cerca de 6%) não influenciou a média do consumo e nem o desempenho dos animais (LAZZARI *et al.*, 2021). A explicação para tal fato é a capacidade dos animais em se adaptarem a variação da ingestão, podendo chegar em até 10% (SOTO-NAVARRO *et al.*, 2000).

Em síntese, como alternativas para reduzir a nível de transformação da proteína da dieta, podemos utilizar subprodutos que foram submetidos a lavagem e/ou aquecimento durante seu processamento, visando diminuir o percentual das frações da proteína suscetíveis à proteólise (BUENO *et al.*, 2020) e utilizar níveis de inclusão de ureia menores que 1% da MS (LAZZARI *et al.*, 2021). Contudo, há necessidade de mais pesquisas com intuito de prever os padrões de proteólise dos ingredientes, o que permitiria o fornecimento das quantidades adequadas de proteína para atender às exigências dos animais utilizando como alimento silagens de TMR.

## **2.7. Diferenças nutricionais e alterações metabólicas esperadas**

A proteína que é utilizado na alimentação dos ruminantes pode ser fracionada quanto à sua composição química, e com a estimativa dos parâmetros cinéticos de cada fração no trato gastrintestinal é possível adequar as rações, buscando maximizar a sincronização da degradação. E dessa forma é possível obter uma maior eficiência de síntese de proteína microbiana, reduzindo as perdas nitrogenadas (SILVA e SILVA, 2013).

A proteína bruta pode ser dividida nas frações: A1, A2, B1, B2 e C, conforme CNCPS versão 6.5. Onde A1 corresponde a amônia; A2 as proteínas solúveis, exceto amônia; B1 e B2 são a fração da proteína insolúvel que pode ser dividida em duas taxas de degradação e a fração C corresponde a proteína verdadeira indisponível (HIGGS *et al.*, 2015; VAN AMBURGH *et al.*, 2015).

As duas dietas experimentais foram formuladas para que tivessem concentrações semelhantes de nitrogênio e de nutrientes digestíveis totais (NDT), variando somente quanto ao fracionamento do nitrogênio.

A ração ensilada oriunda da inclusão de ureia (na dose de 1% da MS) pode proporcionar uma maior concentração de proteína solúvel, e tendem a ocasionar uma variação do consumo diário, bem como uma menor concentração sanguínea de proteínas (LAZZARI *et al.*, 2021). Este quadro de menor concentração de proteínas no sangue, pode levar a uma maior mobilização de tecido muscular para o suprimento das necessidades dos animais (HALL e HUNTINGTON, 2008). Já que o animal pode aumentar a mobilização de proteínas dos tecidos, liberando aminoácidos para a produção de nitrogênio (N), o qual será reciclado na forma de ureia no fígado (BATISTA *et al.*, 2016).

Em contrapartida, espera-se que animais alimentados com rações ensiladas sem ureia tenham uma maior concentração de proteínas no sangue (LAZZARI *et al.*, 2021), e uma menor mobilização de proteínas musculares (BATISTA *et al.*, 2016), podendo assim ocorrer maiores ganho de tecidos corporais.

Sabendo que o número de fibras musculares é determinado principalmente durante o segundo terço da gestação, e a miogênese é sensível às influências do manejo nutricional (DU *et al.*, 2015). É esperado que os animais provenientes de mães com desempenho superior na gestação tenham melhor desenvolvimento do músculo esquelético e desempenho (NASCIMENTO *et al.*, 2024).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. **Beef Report: perfil da pecuária no Brasil**: 2022. Disponível em: <<https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2022/>>. Acesso em: 09 de nov. de 2023.
- ARAKI, H.M.C. **Silagem de dieta total para vacas leiteiras em lactação**. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, p. 67. 2020.
- BARBERO, R. P.; RIBEIRO, A. C. D. C.; MOURA, A. M.; LONGHINI, V. Z.; MATTOS, T. F. D. A.; & BARBERO, M. M. D. Potencial de produção de bovinos de corte em pastagens tropicais: revisão de literatura. **Ciência Animal Brasileira**, v. 22, 2021.
- BARCELLOS, J. O. J.; SUÑÉ, Y. B. P.; CHRISTOFARI, L. F.; SEMMELMANN, C. E. N.; BRANDÃO, F. A pecuária de corte no Brasil: uma abordagem sistêmica da produção a diferenciação de produtos. **Jornadas de Economia Regional Comparada II**. 2005.
- BARCELOS, S.S.; NASCIMENTO, K.B.; SILVA, T.E.; MEZZOMO, R.; ALVES, K.S.; DUARTE, M.S.; GIONBELLI, M.P. The Effects of Prenatal Diet on Calf Performance and Perspectives for Fetal Programming Studies: A Meta-Analytical Investigation, *Animals*, v. 12, p. 21-45, 2022.
- BATISTA, E.D.; DETMANN, E.; TITGEMEYER, E.C.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; PRATES, L.L.; RENNÓ, L.N.; PAULINO, M.F. Effects of varying ruminally undegradable protein supplementation on forage digestion, nitrogen metabolism, and urea kinetics in Nellore cattle fed low-quality tropical forage. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 1, p. 201-216, 2016.
- BELL, A.W.; FERRELL, C.L.; FREETLY, H.C. **Pregnancy and fetal metabolism**. In: Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism (ed. Dijkstra, J.; Forbes, J.; France, J.M.), p. 523–550. CABI Publishing, Wallingford, UK. 2005.
- BELL, A.W. **Pregnancy and fetal metabolism**. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Ed.) Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. p. 405. CAB International, Oxford, U.K. 1993.
- BELL, A.W. Regulação do metabolismo de nutrientes orgânicos durante a transição do final da gravidez para o início da lactação. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 9, p. 2804-2819, 1995.
- BRAGA, G. J.; PEDREIRA, C. G. S.; HERLING, V. R.; LUZ, P. H. D. C. Eficiência de pastejo de capim-marandu submetido a diferentes ofertas de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1641-1649, 2007.
- BUENO, A.V.I.; LAZZARI, G.; JOBIM, C.C.; DANIEL, J.L.P. Ensiling total mixed ration for ruminants: A review. **Agronomy**, v. 10, n. 6, p. 879, 2020.
- CEZAR, I. M.; DE QUEIROZ, H. P.; THIAGO, L. D. S.; GARAGORRY, F. L.; COSTA, F. P. Sistemas de produção de gado de corte no Brasil: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate. Campo Grande, MS: **Embrapa Gado de Corte**, p. 40, 2005.

COSTA, N. D. L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; GONÇALVES, C. A.; MENDONÇA, J. F. B. Utilização estratégica das pastagens durante o período seco. **Embrapa Rondônia**, p 156-172, 2004.

CUSHNAHAN, A.; MAYNE, C.S.; UNSWORTH, E.F. Effects of ensilage of grass on performance and nutrient utilization by dairy cattle 2. Nutrient metabolism and rumen fermentation. **Animal Science**, v. 60, n. 3, p. 347-359, 1995.

DANIEL, J. L. P.; BERNARDES, T. F.; JOBIM, C. C.; SCHMIDT, P.; NUSSIO, L. G. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass and forage Science**, v. 74, n. 2, p. 188-200, 2019.

DETMANN, E.; VALENTE, É.E.; BATISTA, E.D.; HUHTANEN, P. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, 162, 141-153, 2014.

DIAS, L. F.; OZAKI, P. M. **Caracterização da atividade pecuária de cria nos municípios de Goiás: Niquelândia, Rio Verde, Porangatu nos anos de 2003 – 2008**. CEPEA/ESALQ, São Paulo, 2010.

DU, M.; TONG, J.; ZHAO, J.; UNDERWOOD, K.R.; ZHU, M.; FORD, S.P.; NATHANIELSZ, P.W. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. **Journal of Animal Science**, v. 88, p.51–60, 2010a.

DU, M.; WANG, B.; FU, X.; YANG, Q.; ZHU, M.J. Fetal programming in meat production. **Meat Science**, v. 109, p. 40-47, 2015.

DU, M.; ZHAO, J.X.; YAN, X.; HUANG, Y.; NICODEMUS, L.V.; YUE, W.; McCORMICK, R.J.; ZHU, M. J. Fetal muscle development, mesenchymal multipotent cell differentiation, and associated signaling pathways. **Journal of animal science**, v. 89, n. 2, p. 583-590, 2011.

EUCLIDES, V. P. B.; FLORES, R.; MEDEIROS, R. N.; OLIVEIRA, M. P. D. Diferimento de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandu, na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 273-280, 2007.

FERRARETTO, L.F.; SHAVER, R.D.; MASSIE, S.; SINGO, R.; TAYSOM, D.M.; BROUILLETTE, J.P. Effect of ensiling time and hybrid type on fermentation profile, nitrogen fractions, and ruminal in vitro starch and neutral detergent fiber digestibility in whole-plant corn silage. **The Professional Animal Scientist**, v. 31, n. 2, p. 146-152, 2015.

FREETLY, H.C.; NIENABER, J.A.; BROWN-BRANDL, T. Partitioning of energy in pregnant beef cows during nutritionally induced body weight fluctuation. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 2, p. 370-377, 2008.

GIONBELLI M.P.; VALADARES FILHO S.C.; DUARTE M.S. Exigências nutricionais para vacas de corte vazias e gestantes. *In*: VALADARES FILHO S.C., COSTA E SILVA L.F., GIONBELLI M.P.; ROTTA P.P.; MARCONDESM.I.; CHIZZOTTI M.L.; PRADOS L.F. **BR - Corte: tabela brasileira de exigências nutricionais**. Viçosa: Editora UFV, p. 259-282, 2016.

GIONBELLI, M. P.; DUARTE, M. S.; VALADARES FILHO, S.; GIONBELLI, T. R. S.; RAMIREZ-ZAMUDIO, G. D.; SILVA, L. H. P.; COSTA, T. C. Effect of pregnancy and feeding

level on voluntary intake, digestion, and microbial nitrogen synthesis in Zebu beef cows. **Tropical Animal Health and Production**, v. 56, n. 1, p. 41, 2024.

GUSMÃO, J.O.; DANÉS, M.A.C.; CASAGRANDE, D.R.; BERNARDES, T.F. Total mixed ration silage containing elephant grass for small-scale dairy farms. **Grass and Forage Science**, v. 73, n. 3, p. 717-726, 2018.

HALL, M.B.; HUNTINGTON, G.B. Nutrient synchrony: Sound in theory, elusive in practice. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. suppl\_14, p. E287-E292, 2008.

HAO, W.; TIAN, P.; ZHENG, M.; WANG, H.; XU, C. Characteristics of proteolytic microorganisms and their effects on proteolysis in total mixed ration silages of soybean curd residue. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 33, n. 1, p. 100, 2020.

HAO, W.; WANG, H.L.; NING, T.T.; YANG, F.Y.; XU, C.C. Aerobic stability and effects of yeasts during deterioration of non-fermented and fermented total mixed ration with different moisture levels. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 28, n. 6, p. 816, 2015.

HIGGS, R. J.; CHASE, L. E.; ROSS, D. A.; VAN AMBURGH, M. E. Updating the Cornell Net Carbohydrate and Protein System feed library and analyzing model sensitivity to feed inputs. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 9, p. 6340-6360, 2015.

HOFFMANN, A.; MORAES, E. H. B. K.; MOUSQUER, C. J.; SIMIONI, T. A.; GOMER, F. J.; FERREIRA, V. B.; DA SILVA, H. M. Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período da seca. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 119-130, 2014.

HOFFMAN, P.C.; ESSER, N.M.; SHAVER, R.D.; COBLENTZ, W.K.; SCOTT, M.P.; BODNAR, A.L.; SCHMIDT, R.J.; CHARLEY, R.C. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. **Journal of dairy science**, v. 94, n. 5, p. 2465-2474, 2011.

HUHTANEN, P.; KHALILI, H.; NOUSIAINEN, J.I.; RINNE, M.; JAAKKOLA, S.; HEIKKILÄ, T.; NOUSIAINEN, J. Prediction of the relative intake potential of grass silage by dairy cows. **Livestock Production Science**, v. 73, n. 2-3, p. 111-130, 2002.

JANK, L.; BARRIOS, S. C.; DO VALLE, C. B.; SIMEÃO, R. M.; ALVES, G. F. The value of improved pastures to Brazilian beef production. **Crop and Pasture Science**, v. 65, n. 11, p. 1132-1137, 2014.

LAZZARI, G.; POPPI, A.C.; MACHADO, J.; BUENO, A.V.; GOMES, A.L.; JOBIM, C.C.; DANIEL, J.L. Effects of protein source and lipid supplementation on conservation and feed value of total mixed ration silages for finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 99, n. 2, p. 1-13, 2021.

LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C. B.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. D. C.; SOUZA, M. A. D.; OLIVEIRA, F. A. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Rev. Bras. Zootec**, v38, p2021–2030, 2009.

LOPES, R.C.; SAMPAIO, C.B.; TRECE, A.S.; TEIXEIRA, P.D.; GIONBELLI, T.R.S.; SANTOS, L.R.; COSTA, T.C.; DUARTE, M.S.; GIONBELLI, M.P. 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.

LOPES, S. A. **Estratégias de suplementação para vacas de corte gestantes no período seco e suplementação de bezerros de corte lactentes com diferentes níveis de proteína.** Dissertação (mestrado em Zootecnia). Universidade federal de Viçosa, p.72. 2012.

MCNEILL, D.M.; SLEPETIS, R.; EHRHARDT, R.A.; SMITH, D.M.; BELL, A.W. Protein requirements of sheep in late **pregnancy**: partitioning of nitrogen between gravid uterus and maternal tissues, **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 3, p. 809–816, 1997.

MIYAJI, M.; MATSUYAMA, H.; NONAKA, K. Effect of ensiling process of total mixed ration on fermentation profile, nutrient loss and in situ ruminal degradation characteristics of diet. **Animal Science Journal**, v. 88, n. 1, p. 134-139, 2017.

MOREIRA, G.M.; AGUIAR, G.L.; MENESES, J.A.M.; LUZ, M.H.; MONTEIRO, M.G.B.B.; LARA, L.; LADEIRA, M.M.; SOUZA, J.C.; DUARTE, M.S.; GIONBELLI, M. P. The course of pregnancy changes general metabolism and affects ruminal epithelium activity pattern in Zebu beef heifers. **Livestock Science**, v. 248, p. 104496, 2021.

NASCIMENTO, K.B.; GALVÃO, M.C.; MENESES, J.A.M.; MOREIRA, G.M.; RAMÍREZ-ZAMUDIO, G.D.; SOUZA, S.P.D.; PREZOTTO L.D.; CHALFUN L.H.L.; DUARTE M.S.; CASAGRANDE D.R.; GIONBELLI, M. P. Effects of Maternal Protein Supplementation at Mid-Gestation of Cows on Intake, Digestibility, and Feeding Behavior of the Offspring. **Animals**, 12, 2865. 2022.

NASCIMENTO, K. B.; GALVÃO, M. C.; MENESES, J. A.; RAMÍREZ-ZAMUDIO, G. D.; PEREIRA, D. G.; PAULINO, P. V.; GIONBELLI, M. P. Maternal protein supplementation during mid-gestation improves offspring performance and metabolism in beef cows. **Journal of animal science**, v. 102, p. skae058, 2024.

NUSSIO, L. G. Silage production from tropical forages. Silage production and utilisation, **Proceedings of the XIV International Silage Conference** p. 97-107, 2005.

OWEN, F.G.; HOWARD, W.T. Effect of ration moisture level on value of alfalfa plus cracked corn as a complete-feed silage for lactating cows. **Journal of dairy science**, v. 48, n. 10, p. 1310-1314, 1965.

PAULINO, M. F. P.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, Suplementação animal em pasto: energética ou protéica. **Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem**, Viçosa, MG v. 3, n. 2006, p. 359-392, 2006.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.D.C; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Bovinocultura funcional nos trópicos. IN: **Simpósio de produção de gado de corte**, Viçosa, MG. v6, p275-305 2008.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. D. C.; LANA, R. D. P. Soja grão e caroço de algodão em suplementos múltiplos para terminação de bovinos mestiços em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, Supl., p.484-491, dez. 2002.

- PEDREIRA, C. G.; SILVA, V. J.; PEDREIRA, B. C.; SOLLENBERGER, L. E. Herbage accumulation and organic reserves of palisadegrass in response to grazing management based on canopy targets. **Crop Science**, v. 57, n. 4, p. 2283-2293, 2017.
- PEDREIRA, J. V. S.; MATTOS, H. B. Crescimento estacional de vinte e cinco espécies ou variedades de capins. **Boletim de Indústria Animal**, v. 38, n. 2, p. 117-143, 1981.
- POPPI, D. P.; McLENNAN, S. R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, n.1, p.278-290, jan. 1995.
- REIS, R.A.; RUGGIERI, A.C.; CASAGRANDE, D.R.; PÁSCOA, A.G. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. SPE, p. 147-159, 2009.
- REYNOLDS, L.P.; FERRELL, C.L.; ROBERTSON, D.A.; FORD, S.P. Metabolism of the gravid uterus, foetus and utero-placenta at several stages of gestation in cows. **The Journal of Agricultural Science**, v. 106, n. 3, p. 437-444, 1986.
- RODRIGUES, L. M.; SCHOONMAKER, J. P.; RESENDE, F. D.; SIQUEIRA, G. R.; NETO, O. R. M.; GIONBELLI, M. P.; LADEIRA, M. M. 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. 371-380, 2020.
- ROOK, A.J.; GILL, M. Prediction of the voluntary intake of grass silages by beef cattle. 1. Linear regression analyses. **Animal Science**, v. 50, n. 3, p. 425-438, 1990.
- RUSSELL, R.G.; OTERUELO, F.T. An ultrastructural study of the differentiation of skeletal muscle in the bovine fetus. **Anatomy and embryology**, v. 162, n. 4, p. 403-417, 1981.
- SANTOS, P. M.; BERNARDI, A. D. C. Diferimento do uso de pastagens. **Anais do 22º Simpósio sobre Manejo da Pastagem Embrapa**, p95-118, 2005
- SCHERER, R.; GERLACH, K.; SÜDEKUM, K.H. Biogenic amines and gamma-amino butyric acid in silages: Formation, occurrence and influence on dry matter intake and ruminant production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 210, p. 1-16, 2015.
- SILVA, S.P.; SILVA, M.M.C. Fracionamento de carboidrato e proteína segundo o sistema CNCPS. **Veterinária Notícias**, v. 19, n. 2, 2013.
- SOTO-NAVARRO, S.A.; DUFF, G.C.; KREHBIEL, C.R.; GALYEAN, M.L.; MALCOLM-CALLIS, K.J. Influence of feed intake fluctuation, feeding frequency, time of feeding, and rate of gain on performance by limit-fed steers. **The Professional Animal Scientist**, v. 16, n. 1, p. 13-20, 2000.
- VALADARES FILHO S. C; LOPES, S. A; CHIZZOTTI, M. L. *et al.* **BR-CORTE 4.0**. Formulação de dietas, predição de desempenho e análise econômica de zebuínos puros e cruzados. 2020.
- VAN AMBURGH, M. E.; COLLAO-SAENZ, E. A.; HIGGS, R. J.; ROSS, D. A.; RECKTENWALD, E. B.; RAFFRENATO, E.; FOSKOLOS, A. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System: Updates to the model and evaluation of version 6.5. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 9, p. 6361-6380, 2015.

YUAN, X.J.; GUO, G.; WEN, A.; DESTA, S.T.; WANG, J.; WANG, Y.; SHAO, T. Efeito de diferentes aditivos na qualidade da fermentação, digestibilidade in vitro e estabilidade aeróbia de uma silagem de ração mista total. **Animal Feed Science and Technology**, v. 207, p. 41-50, 2015.

ZHU, M.J.; FORD, S.P.; MEANS, W.J.; HESS, B.W.; NATHANIELSZ, P.W.; DU, M. Maternal nutrient restriction affects properties of skeletal muscle in offspring. **The Journal of physiology**, v. 575, n. 1, p. 241-250, 2006.

ZHU, M.J.; FORD, S.P.; NATHANIELSZ, P.W.; DU, M. Effect of maternal nutrient restriction in sheep on the development of fetal skeletal muscle. **Biology of reproduction**, v. 71, n. 6, p. 1968-1973, 2004.

## CAPÍTULO II

### EFEITO DO TIPO DE RAÇÃO ENSILADA E DA INCLUSÃO DE ADITIVO ÁCIDO SOBRE A CONSERVAÇÃO

#### RESUMO

A conservação de alimentos na forma de ração ensilada (em mistura parcial ou total) expõe a proteína da dieta à degradação durante o período de armazenamento, o que aumenta a concentração de proteína solúvel. O objetivo deste estudo foi avaliar o processo de conservação de duas rações ensiladas, com e sem inclusão de um aditivo ácido. Foram avaliadas as variáveis: pH, estabilidade aeróbia, perdas de matéria seca (PMS), perfil de fermentação, contagem de microrganismos e composição química. Os tratamentos experimentais foram: 1) silagem de capim Marandu com grãos secos de destilaria (DDG) e 2) silagem de capim Marandu com casca de soja e ureia (CS+U), sendo que as duas dietas foram ensiladas com e sem a aplicação de um aditivo ácido. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 2x2, com cinco repetições cada. Foi considerado como significativos valores de  $P \leq 0,05$ . A presença do aditivo reduziu as perdas de MS na dieta CS+U ( $P < 0,01$ ). As rações com DDG tiveram menores valores de pH ( $P < 0,01$ ), e maiores valores para contagem de bactérias do ácido láctico ( $P < 0,01$ ), concentração de MS ( $P < 0,01$ ) e de PB ( $P < 0,01$ ). Já a presença do aditivo proporcionou uma menor participação da fração C na proteína total ( $P < 0,01$ ) em ambas as dietas, o que pode evidenciar uma possível melhora na digestibilidade da PB. Todas as rações tiveram boa conservação, e o uso do aditivo reduziu as perdas de matéria seca e a participação da fração C na PB.

**Palavras-chaves:** Degradação proteica, perfil de fermentação, silagem de ração parcial

## 1. INTRODUÇÃO

A maior parte da produção forrageira tropical ocorre durante o período chuvoso do ano, ocorrendo o excedente de produção neste período e uma escassez durante o período seco do ano, conhecido como estacionalidade da produção forrageira. Dentre as formas de contornar esta variação na disponibilidade de alimentos, podem ser utilizadas estratégias como o diferimento de pastagens, ensilagem e fenação.

Dentre as ferramentas que podem ser utilizadas para melhorar a distribuição da oferta de alimentos ao longo do ano, está o processo de ensilagem (DANIEL *et al.*, 2019). Contudo, este método de conservação pode ocasionar perdas, que podem ser decorrentes de fermentação indesejada, produção de efluente ou por deterioração aeróbia (MCDONALD *et al.*, 1991). De forma geral forrageiras tropicais possuem alta concentração de umidade, o que facilita a ocorrência de perdas durante o processo de fermentação ou através da produção de efluentes.

O uso de aditivos bacterianos é dispensável em silagens de capim, pois não são eficientes em alterar o perfil da fermentação no silo (BERGAMASCHINE *et al.*, 2006). Sendo necessário utilizar o emurchecimento ou a aplicação de aditivos para reduzir o risco de fermentação butírica e produção de efluentes (NUSSIO, 2005; RIBEIRO *et al.*, 2009). Dentre as estratégias podem ser utilizadas para mitigar tais perdas, estão: utilização de aditivos como sequestrantes de umidade e/ou aditivos redutores de fermentação indesejada (como é o caso dos ácidos orgânicos).

Visto que uma forma eficiente de ensilar forrageiras tropicais é com a inclusão de alimentos concentrados (aditivos adsorventes de umidade). Pode-se ensilar rações, as quais irão ser utilizadas para alimentar uma determinada categoria animal, seja na forma de mistura parcial ou total. Já que este tipo de silagem pode ser conservado sem que os componentes proteicos afetem negativamente o processo de fermentação, (Gusmão *et al.*, 2018). A hipótese do trabalho é que a utilização de um blend de ácidos orgânicos (*Fylax® Forte Liquid*) pode ajudar a reduzir as perdas de matéria seca e a proteólise em rações enciladas.

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da presença de um aditivo ácido sobre as características fermentativas e composição química de duas rações ensiladas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Colheita e ensilagem

A escolha da área foi feita levando em consideração a planta forrageira, o relevo e a homogeneidade da área, que era formada por um pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

No momento da ensilagem, utilizou-se uma colhedora tracionada (JF C130), com uma plataforma de área total (JF 1300), buscando manter um tamanho de corte uniforme e próximo de 1,0 cm, para isso as facas do equipamento foram afiadas antes de iniciar o corte da planta forrageira.

Posteriormente o material foi transportado para o local onde foi realizado a homogeneização da massa a ser ensilada em cada um dos tratamentos, e quando necessário aplicado o aditivo e a posteriormente foi feito a ensilagem nos silos experimentais. A partir do peso de forragem necessário, foi calculado a quantidade de concentrado necessária para cada um dos tratamentos (Tabela 1). Sendo que foram consideradas para a formulação as exigências nutricionais de vacas de corte no terço médio da gestação.

Tabela 1. Inclusão dos ingredientes e composição química (% da MS) das dietas parciais que foram ensiladas.

	CS <sup>1</sup>		DDG <sup>2</sup>	
	Controle	Aditivo	Controle	Aditivo
Ingredientes (%MS)				
Capim Marandu	87,2	87,2	87,16	87,16
Casca de soja	11,7	11,73		
Ureia	1,11	1,11		
Grãos secos de destilaria (DDG)			12,84	12,84
Composição química				
Matéria seca (%)	35,0 ± 0,04	34,8 ± 0,09	35,3 ± 0,06	34,6 ± 0,05
FDN (%MS)	73,9 ± 0,06	71,8 ± 0,15	70,8 ± 0,06	72,9 ± 0,16
PB (%MS)	6,6 ± 0,38	6,5 ± 0,14	7,5 ± 0,63	7,6 ± 0,44

<sup>1</sup> Casca de soja. <sup>2</sup> Grãos secos de destilaria.

Os tratamentos experimentais foram compostos pelas duas rações enciladas (capim Marandu + DDG ou capim Marandu + casca de soja + ureia) as quais foram ensiladas com e sem a presença do aditivo (Fylax® Forte Liquid). Este era utilizado na dose de 1 grama por quilograma, e para melhorar a aplicação era diluído em água deionizada, e todos os tratamentos apresentavam concentrações de matéria seca (MS) semelhantes.

Após o término da homogeneização, as rações parciais foram ensiladas em vasilhames plásticos com capacidade de 5 litros, atingindo uma densidade média de 450 Kg/m<sup>3</sup>.

## 2.2. Preparo e análise das amostras

Após decorridos 60 dias de estocagem, os silos foram abertos e o conteúdo de cada silo foi dividido em quatro subamostras. Sendo que uma delas utilizada para analisar a composição química; uma segunda foi processada para analisar pH, concentração de ácidos orgânicos e concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>); uma terceira foi processada para realizar a contagem microbiana; e a quarta subamostra foi utilizada para avaliar a estabilidade aeróbia.

Uma parte foi amostrada e seca em estufa de ventilação forçada a 55°C até peso constante, posteriormente as amostras foram processados em peneira de 1 mm para posterior determinação da MS (método 934.01; AOAC, 1990); matéria orgânica (MO) determinada por cinzas (método 924.05; AOAC, 1990); proteína bruta (PB) obtida pela multiplicação do nitrogênio total, determinado pela técnica micro Kjeldahl (método 920,87; AOAC, 1990), por fator de conversão fixo (6,25); Os níveis de FDN foram calculados segundo Mertens (2002), utilizando  $\alpha$ -amilase termoestável, sem utilização de sulfito de sódio; FDN insolúvel contendo nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NDIN) foi quantificado seguindo as recomendações de Van Soest e Robertson (1985). Já o fracionamento de proteína foi realizado pela técnica Kjeldahl, onde as frações da proteína bruta (A1, A2, B1, B2 e C) foram determinadas conforme Chaney e Marbach, (1962), Higgs *et al.* (2015) e Licitra, *et al.*, (1996).

Uma segunda subamostra foi dividida e usada para obter as contagens de leveduras, fungos filamentosos e bactérias do ácido láctico (BAL). O material foi transferido para sacos de homogeneização estéreis antes da suspensão em solução fisiológica salina de peptona e homogeneizada por 4 minutos em agitador Stomacher (modelo 400 Circulator). Para contagem de leveduras e fungos foi utilizada a técnica de plaqueamento superficial com meio de cultura Agar YGC (Sigma-Aldrich). Diluições seriadas (10<sup>-1</sup> a 10<sup>-5</sup>) foram preparadas em duplicata. Após incubação a 28 °C por 3 dias para leveduras e 5 dias para fungos, as colônias foram contadas separadamente, com base em suas características macromorfológicas. Para contagens

de BAL, foi utilizada a mesma técnica descrita para leveduras e fungos; entretanto, o meio de cultura utilizado foi o Agar MRS (HiMedia). O material foi incubado a 35 °C por 3 dias, conforme método descrito por Spoelstra *et al.* (1988).

A partir da terceira subamostra foi feito um extrato das silagens, obtido a partir de uma mistura de água deionizada com a amostra na proporção de 9:1 (água para amostra), que foi agitada em homogeneizador (Stomacher 400, Seward) por 4 minutos. A medição do pH foi realizada com potenciômetro (Edge HI 11310; Hanna Instruments; BERNARDES *et al.*, 2019) e medição do nitrogênio amoniacal pelo método colorimétrico (OKUDA *et al.*, 1965). Já os produtos finais da fermentação (ácidos orgânicos e álcoois) foram analisados por HPLC, seguindo os procedimentos descritos por Bernardes *et al.* (2015).

O teste da estabilidade aeróbia foi realizado com aproximadamente 1,5 kg de silagem de cada silo, que foram colocados em caixas de isopor (250 × 175 mm) por 168 horas a uma temperatura de 25,5 ± 1,2 °C. Foi utilizado uma folha de papel alumínio para cobrir o topo de cada caixa, com a finalidade de evitar a desidratação da silagem e/ou contaminação por poeira, mas sem restringir a entrada de ar. As temperaturas do ambiente e das silagens foram medidas de hora em hora por *data loggers* (Pro 2.07.09, Escort Console). A estabilidade aeróbica foi definida como o número de horas que a silagem permaneceu estável antes de atingir uma temperatura de 2 °C acima da temperatura ambiente (RANJIT e KUNG, 2000).

As perdas de matéria seca ocorrida durante o período de armazenamento foram calculadas pela diferença entre o peso de MS em cada silo no momento da ensilagem e no momento da abertura (TABACCO *et al.*, 2009).

### 2.3. Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 2 x 2, com cinco repetições cada tratamento. Os dados foram testados quanto a normalidade através do teste de Shapiro-Wilk (valor  $P > 0,05$ ). Análise estatística foi realizada utilizando o pacote PROC GLM do SAS, através do modelo:  $Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$ ; onde  $\mu$  corresponde à média geral dos tratamentos,  $A_i$  corresponde ao efeito fixo do primeiro fator,  $B_j$  corresponde ao efeito fixo do segundo fator,  $AB_{ij}$  corresponde a interação dos dois fatores e  $\varepsilon_{ijk}$  corresponde ao erro residual. Foi considerado como significativos valores de  $P \leq 0,05$ .

### 3. RESULTADOS

As silagens obtidas a partir da conservação de uma ração contendo DDG tiveram pH de 4,18; enquanto aquelas obtidas da mistura contendo casca de soja e ureia tiveram pH de 4,95. A variável pH teve efeito somente do tipo de ração ( $P < 0,01$ ), e não teve diferença no pH devido a presença do aditivo utilizado (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito do tipo de ração e da presença do aditivo sobre as perdas de matéria seca, estabilidade aeróbia e perfil de fermentação e composição química das silagens de ração parcial (PMR).

	Ração		Aditivo		EPM	Valor P		
	DDG	CS	Sem	Com		PMR	Aditivo	Interação
pH	4,18	4,95	4,56	4,57	0,04	<0,01	0,69	0,40
Estabilidade (horas)	165,7	155,7	154,9	168,0	21,0	0,07	0,67	0,98
Perdas de MS (g/Kg)	42,9	89,7	74,4	58,2	16,7	<0,01	0,04	0,11
Composição química (g/Kg de MS)								
MS (g/Kg)	336	322	328	330	4,8	<0,01	0,34	<0,01
Cinzas	50,8	51,0	49,7	52,1	2,7	0,07	0,10	0,94
FDN	729	734	728	735	20,4	<0,01	0,46	0,60
PB	71,0	56,0	62,4	64,4	4,7	<0,01	0,35	0,78
Fracionamento do N (g/Kg do N total)								
A1	129	340	238	231	47,4	<0,01	0,76	0,55
A2	424	218	323	319	52,9	<0,01	0,87	0,60
B1	228	202	191	239	51,5	0,28	0,05	0,94
B2	64	107	66	106	43,0	0,04	0,06	0,48
C	144	133	173	105	36,0	0,49	<0,01	0,71
Perfil fermentativo (g/Kg de MS)								
Ácido láctico	58,6	21,6	39,4	40,9	6,6	<0,01	0,62	0,52
Ácido acético	11,4	20,6	18,1	13,9	3,8	<0,01	0,02	0,02
Ácido propiônico	3,8	12,0	8,2	7,6	2,5	<0,01	0,54	0,32
Ácido butírico	7,4	27,3	18,6	16,0	4,8	<0,01	0,24	0,09
Etanol	10,3	2,3	6,3	6,3	0,9	<0,01	0,82	0,65
Contagem microbiana (log ufc/g)								
BAL*	7,04	6,28	6,76	6,56	0,425	0,01	0,31	0,16
Fungos filamentosos	2,15	2,18	2,18	2,15	0,885	0,55	0,53	0,48
Leveduras	2,33	2,75	2,72	2,35	0,758	0,23	0,28	0,81

\* Bactérias do ácido láctico

Figura 2. Efeito do tipo de ração ensilada e da presença do aditivo sobre a concentração de matéria seca (MS).

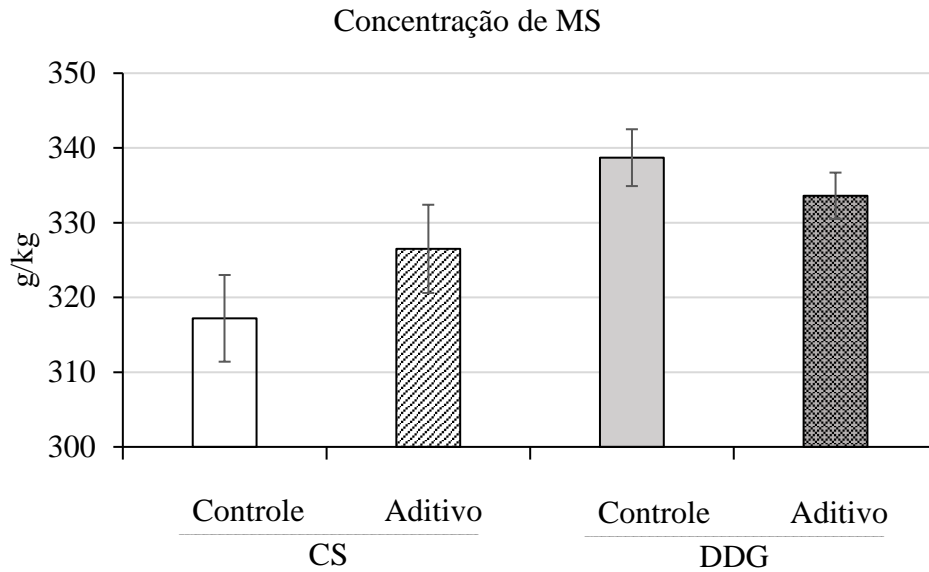
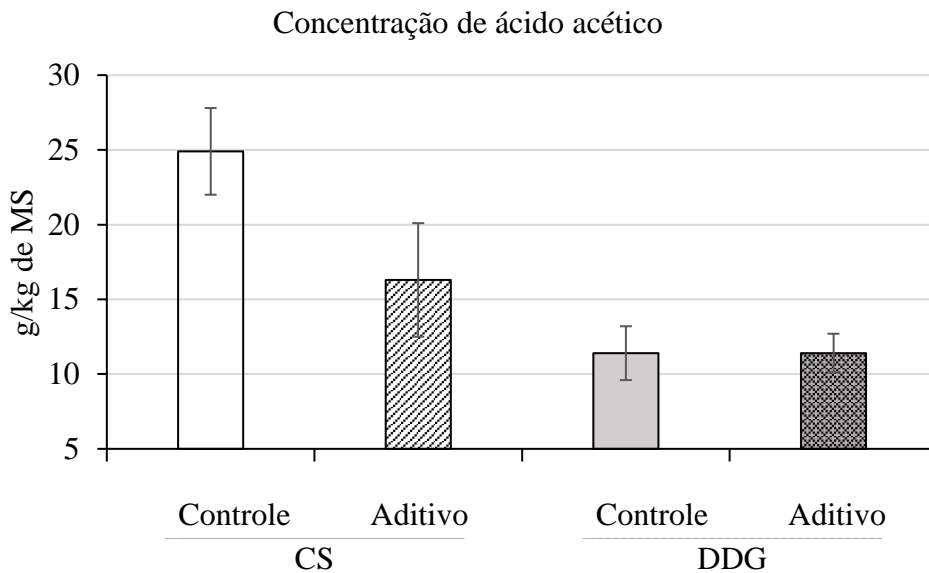


Figura 3. Efeito do tipo de ração ensilada e da presença do aditivo sobre a concentração de ácido acético.



Com relação a variável estabilidade aeróbia, não houve diferenças entre as silagens, não apresentando efeito do tipo de ração e nem da inclusão do aditivo ( $P > 0,05$ ), e todas as silagens apresentaram quebra da estabilidade aeróbia após 6 dias de exposição ao ar.

Para a variável perda de matéria seca houve efeito para o tipo de silagem ( $P < 0,01$ ), com menores valores de perdas para a silagem com DDG. Também houve efeito para a presença do aditivo ( $P = 0,04$ ), os menores valores de perdas quando tratadas com o aditivo.

Com relação a composição química, as silagens com DDG apresentaram maiores concentrações de MS e de PB, e menor concentração de FDN, quando comparadas as silagens de casca de soja e ureia. Ao avaliar o fracionamento de nitrogênio, houve efeito ( $P<0,01$ ) do tipo de silagem sobre o percentual de nitrogênio na fração A1 e sobre o percentual de proteína solúvel não proveniente de amônia (A2), com menor proporção da primeira e maior da segunda nas silagens de DDG. Também houve efeito do aditivo, onde houve menores proporções da fração C, quando este foi aplicado ( $P<0,01$ ).

Com relação ao perfil fermentativo, houve maiores concentrações de ácido láctico e etanol para as silagens com DDG ( $P<0,01$ ), quanto que as concentrações de ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico foram maiores nas silagens com CS ( $P<0,01$ ).

A contagem de microrganismos, não houve efeito dos fatores de estudo sobre as contagens de leveduras e fungos filamentosos, mas houve efeito do tipo de dieta sobre a contagem de bactérias do ácido láctico, com os maiores valores presentes nas silagens obtidas com a inclusão de DDG.

#### 4. DISCUSSÃO

As dietas foram formuladas com objetivo de obter valores semelhantes de matéria seca, sendo estes superiores a 30% de MS, objetivando reduzir as perdas por efluentes e limitar o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* (HAIGH, 1999; ROTZ e MUCK, 1994). Além disso, a utilização de maiores concentrações de MS pode ser uma alternativa para tentar reduzir a proteólise durante o armazenamento (BERGAMASCHINE *et al.*, 2006).

As silagens obtidas a partir das rações provenientes da inclusão de casca de soja e ureia, tiveram um valor médio de pH igual a 4,94, valor este que foi superior (em cerca de 18%) à média de pH (4,18) obtida para as silagens que continham DDG em sua composição (Tabela 2). Os maiores valores de pH podem ser explicados por uma possível maior capacidade tampão nos tratamentos que continha ureia. Entretanto, mesmo os maiores valores de pH podem ser considerados como adequados, já que estes foram ligeiramente superiores aos valores (de 4,3 a 4,7) frequentemente encontrado em silagens de capins (KUNG JR *et al.*, 2018). Já ao comparar estes resultados frequentemente obtidos, os quais foram citados por estes autores, com a média daqueles valores de pH obtidos para as silagens que continham DDG (pH=4,18), esta média foi inferior ao intervalo relatado na literatura.

Os valores encontrados para a estabilidade aeróbia correspondem ao número de horas necessários para que as silagens quebrassem a estabilidade, definida como o tempo necessário para que a temperatura do alimento, após a abertura do silo, apresentasse uma elevação de 2°C em relação à temperatura ambiente (MORAN *et al.*, 1996). Há relatos de que silagens de capins tropicais (com MS abaixo de 300 g/Kg) são mais propensas à deterioração por bactérias aeróbias, ao invés de ser por leveduras e fungos, devido a fermentação em pH acima de 4,5, do teor de umidade e da ausência de substrato para os microrganismos deterioradores (BERNARDES *et al.*, 2003), algo diferente das silagens de milho e de sorgo, as quais são predominantemente deterioradas por leveduras e fungos (MUCK, 2004; BERNARDES *et al.*, 2007). Uma outra explicação que pode ser utilizada para o longo período até a quebra da estabilidade aeróbia, quando se utiliza como parâmetro somente a temperatura, é o fato de que o metabolismo das bactérias aeróbias não produz calor com tanta eficiência quanto leveduras e fungos (PAHLOW *et al.*, 2003), o que não ocasiona redução na estabilidade aeróbia durante o tempo de exposição ao ar (BERNARDES *et al.*, 2007).

Os menores valores de perdas de MS nas silagens que continham DDG pode ser explicado pelos menores valores de pH e maiores concentrações de ácido láctico, promovendo assim uma melhor conservação do material ensilado. Já o efeito da presença do aditivo, pode

ser explicada por promover o controle de microrganismos indesejáveis, quando o pH do meio é inferior ao seu valor de pKa (4,85), permanecendo na forma não ionizada, facilitando a sua permeabilidade pelas células destes microrganismos; uma vez dentro da célula, o ácido é dissociado, liberando íons H<sup>+</sup> e reduzindo o pH intracelular, o que pode retardar o crescimento microbiano ou até mesmo causar a morte celular (BERNARDES *et al.*, 2007).

Com relação a composição química das silagens obtidas, aquelas provenientes da mistura composta por DDG e capim Marandu, tiveram as maiores concentrações de MS e de PB, no caso da primeira variável, tal fato pode ser justificado pelas menores perdas de MS, já no caso da segunda pode-se justificar pelos menores valores de pH, proporcionando uma maior conservação da proteína da dieta e menor proteólise. O que pode evidenciar a possibilidade de um rápido declínio de pH, já que a hidrólise das ligações peptídicas que pode ser atribuída ao grupo de bactéria chamadas de clostrídios proteolíticos, os quais não são osmotolerantes e sua atividade é controlada em baixos valores de pH (RIBEIRO *et al.*, 2009). A menor proteólise ocorrida nestas dietas pode ser comprovada pelas menores concentrações de N-NH<sub>3</sub> correspondente a fração A1 (P<0,01).

Houve uma menor participação da fração C na proteína total (P<0,01), quando foi utilizado o aditivo ácido, o que pode evidenciar uma tendência em aumentar as proporções das frações proteicas de degradação mais lenta (B1 e B2), melhorando assim a digestibilidade da PB. Já que a fração C é aquela parte da proteína considerada como indigestível, normalmente ligada a lignina ou proveniente da reação de *Maillard*, o que se traduz em baixa disponibilidade biológica (LICITRA *et al.*, 1996).

O perfil fermentativo pode ser considerado como bom para todas as silagens obtidas, contudo aquelas provenientes da inclusão de ureia tiveram alguns parâmetros que divergiram daqueles normalmente encontrados, como as concentrações de ácido butírico acima de 10 g/Kg de MS e de N-NH<sub>3</sub> superior a 150 g/Kg de N (KUNG JR *et al.*, 2018). Podendo inclusive serem classificadas como fora do intervalo de valores aceitáveis (entre 10 e 15% do N total), proposta por McDonald *et al.* (1991).

Quando comparamos as silagens obtidas com e sem ureia, a sua presença ocasionou em uma maior concentração de amônia (cerca de 164%), maior valor de pH (cerca de 18%), e maior concentração de ácido butírico (cerca 273%), provavelmente oriundo da fermentação de bactérias do gênero *Clostridium*. Sabe-se que a ureia é susceptível à hidrólise pela enzima urease durante o processo de fermentação da silagem (LESSARD *et al.*, 1978), e a amônia resultante pode ter aumentado a capacidade tampão durante o início da fermentação, resultando nos maiores valores das variáveis citadas anteriormente para esta dieta (LAZZARI *et al.*, 2021).

Outro ponto a ser considerado é a possível influência dos produtos finais da fermentação sobre o consumo animal, já que este pode ser influenciado por características como o percentual de MS da silagem e concentrações de PB, N-NH<sub>3</sub> e ácidos orgânicos. O consumo de MS da silagem pode ser positivamente correlacionado aos percentuais de MS, PB e ácido láctico; ao passo que pode ser negativamente correlacionado as concentrações de ácido acético e N-NH<sub>3</sub> (McDONALD *et al.*, 1991). Além disso, o maior teor de N-NH<sub>3</sub> pode ocasionar uma maior variação no consumo de MS (LAZZARI *et al.*, 2021).

## 5. CONCLUSÃO

Todas as rações ensiladas tiveram boa qualidade de conservação e alta estabilidade aeróbia. O uso do aditivo ácido afetou positivamente as características fermentativas das rações ensiladas, proporcionando redução nas perdas de matéria seca durante o período de conservação. Já com relação a composição química das rações ensiladas, o aditivo não teve influência, pois houve proteólise independente da sua utilização.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. Official methods of analysis. **Association of Official Analysis Chemists**, 1488 Arlington, VA, 1990.
- BERGAMASCHINE, A. F.; PASSIPIÉRI, M.; VERIANO FILHO, W. V.; ISEPON, O. J.; CORREA, L. D. A. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurcheada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1454-1462, 2006.
- BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. Dinâmica microbológica e alterações químicas das silagens de capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) após a abertura dos silos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003.
- BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; AMARAL, R. C. D.; PIRES, A. J. V. Estabilidade aeróbia da ração total e de silagens de capim-marandu tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 754-76, 2007.
- BERNARDES, T. F.; DE OLIVEIRA, I. L.; LARA, M. A. S.; CASAGRANDE, D. R.; AVILA, C. L. S.; PEREIRA, O. G. Effects of potassium sorbate and sodium benzoate at two application rates on fermentation and aerobic stability of maize silage. **Grass and Forage Science**, v. 70, p. 491–498, 2015.
- BERNARDES, T. F.; GERVÁSIO, J. R. S.; DE MORAIS, G.; CASAGRANDE, D. R. A comparison of methods to determine pH in silages. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 10, p. 9039-9042, 2019.
- CHANEY, A. L.; MARBACH, E. P.; Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical chemistry**, v. 8, n. 2, p. 130-132, 1962.
- DANIEL, J. L. P.; BERNARDES, T. F.; JOBIM, C. C.; SCHMIDT, P.; NUSSIO, L. G. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass and Forage Science**, v. 74, n. 2, p. 188-200, 2019.
- HAIGH, P. M. Effluent production from grass silages treated with additives and made in large-scale bunker silos. **Grass and Forage Science**, v. 54, p.208-218, 1999.
- HIGGS, R. J.; CHASE, L. E.; ROSS, D. A.; VAN AMBURGH, M. E. Updating the Cornell Net Carbohydrate and Protein System feed library and analyzing model sensitivity to feed inputs. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 9, p. 6340-6360, 2015.
- KUNG JR, L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 4020-4033, 2018.
- LAZZARI, G.; POPPI, A. C.; MACHADO, J.; BUENO, A. V.; GOMES, A. L.; JOBIM, C. C.; DANIEL, J. L. Effects of protein source and lipid supplementation on conservation and feed value of total mixed ration silages for finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 99, n. 2, p. skab032, 2021.

- LESSARD, J. R.; ERFLE, J. D.; SAUER, F. D.; MAHADEVAN S. Protein and amino acid patterns in maize ensiled with or without urea. **J. Sci. Food Agric.**, v. 29, n. 6, p. 506-512, 1978.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Anim. Feed Sci. Technol.** v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.
- McDONALD, P.; HENDERSON, N.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. Marlow Bucks: Chalcombe Publications, 340p, 1991
- MERTENS, D. R.; COLLABORATORS: Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC international**, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.
- MORAN, J.P.; WEINBERG, G.; ASHBELL, Y.H. et al. A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 11., 1996, Aberystwyth. **Proceedings...** Aberystwyth: University of Wales Aberystwyth, v. 11, p. 162-163, 1996.
- MUCK, R.E. Effects of corn silage inoculants on aerobic stability. **Transactions of the ASAE**, v.47, p.1011-1016, 2004.
- NUSSIO, L. G. (2005). Silage production from tropical forages. In R. S. Park & M. D. Stronge (Eds.), **Proceedings of the XIV International Silage Conference**, Belfast, UK, p. 97-107, 2005.
- OKUDA, H.; FUJI, S.; KAWASHIMA, Y. A direct colorimetric method for blood ammonia. **Tokushima J. Exp. Med.** v. 12, p. 11, 1965.
- PAHLOW, G; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**. 1.ed. Madison: American Society of Agronomy, p.31-94. 2003.
- RANJIT, N. K.; KUNG JR, L.; The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **J. Dairy Sci.** v. 83, n. 3, p. 526-535, 2000.
- RIBEIRO, J. L.; NUSSIO, L. G.; MOURÃO, G. B.; QUEIROZ, O. C. M.; SANTOS, M. C.; SCHMIDT, P. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 230-239, 2009.
- ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, p.828-868, 1994.
- SPOELSTRA, S. F.; COURTIN, M. G.; VAN BEERS, J. A. C. Acetic acid bacteria can initiate aerobic deterioration of maize silage. **J. Agric. Sci.** v. 111, p. 127-132, 1988.
- TABACCO, E.; PIANO, S.; CAVALLARIN, L.; BERNARDES, T. F.; BORREANI, G. Clostridia spore formation during aerobic deterioration of maize and sorghum silages as influenced by *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* inoculants. **J. Appl. Microbiol.** v. 107, n. 5, p. 1632-1641, 2009.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. Analysis of forages and fibrous foods. **Cornell University Press**: Ithaca, NY. 1985.

### CAPÍTULO III

## EFEITO DE DUAS RAÇÕES ENSILADAS SOBRE O DESEMPENHO DE VACAS DE CORTE EM GESTAÇÃO E DE SUAS PROGÊNIES

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos de duas silagens de rações ensiladas sobre a digestibilidade, parâmetros sanguíneos e desempenho de vacas de corte e suas progênies. Trinta e três vacas de corte Tabapuã no terço médio da gestação (~130 dias de gestação) foram distribuídas aleatoriamente para os tratamentos: 1) uma silagem TMR contendo capim Braquiária, casca de soja, ureia e mistura mineral (CS; n = 16) ou 2) silagem de TMR contendo capim Braquiária, DDG e mistura mineral (DDG; n = 17). A estrutura de estocagem utilizada foram seis silos bolsa, e estocados por 47 dias. As vacas foram alojadas em baias individuais por 100 dias. O período de coleta das amostras para cálculos da digestibilidade foi de quatro dias, onde foram coletadas amostras de fezes e de urina. As amostras referentes aos parâmetros sanguíneos foram coletadas no último dia de confinamento. A análise estatística dos dados experimentais foi realizada utilizando a função *lm* do R. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com um arranjo fatorial  $2 \times 2$ , referente à nutrição materna e ao sexo da progênie (efeitos fixos). A concentração da fração A1 nas silagens foi, em média, de 12,9% e 34,0%, para as rações com DDG e CS respectivamente. As vacas alimentadas com a silagem que continha DDG apresentaram maior peso ao final do confinamento ( $P < 0,01$ ) e maior GMD ( $P < 0,01$ ). Os animais alimentados com a silagem de DDG ganharam 50 g/dia, enquanto vacas alimentadas com dieta de maior proporção de amônia perderam 445 g/dia. O consumo de matéria seca foi maior em 23% ( $P < 0,01$ ) nas vacas que consumiram silagem de DDG. A digestibilidade da matéria seca e FDN não diferiu entre os tratamentos, mas a digestibilidade da PB foi maior do tratamento DDG. Em relação aos parâmetros sanguíneos, foram observadas diferenças para a ureia plasmática antes da alimentação, de ácidos graxos não esterificados e beta-hidroxibutirato, sendo maiores para as vacas que consumiram a dieta de maior proporção de amônia ( $P < 0,01$ ;  $P = 0,02$ ;  $P < 0,01$ ; respectivamente). Com relação aos pesos ao nascimento e a desmama, não houve efeito da dieta materna, e houve somente efeito do sexo da progênie. A ração com DDG teve menor percentual de amônia e proporcionou maior consumo e desempenho das vacas durante o terço médio da gestação, contudo não houve efeito sobre o desempenho da progênie durante a fase de cria.

**Palavras-chave:** Nutrição materna. Programação fetal. Silagem de TMR

## 1. INTRODUÇÃO

Com o avançar da gestação as exigências nutricionais das vacas aumenta, sobretudo a partir do terço médio de gestação. Já que o suprimento de energia requerido pela placenta é fornecido principalmente por aminoácidos e por glicose, devido a capacidade limitada da placenta em transportar NEFA e corpos cetônicos (BELL *et al.*, 2005).

A restrição de nutrientes durante o terço médio da gestação pode provocar uma redução do número de fibras musculares, afetando negativamente o desempenho futuro da progênie (DU *et al.*, 2010a).

Os sistemas de cria gado de corte normalmente realizam a estação de monta, que ocorre durante o período chuvoso, visando aproveitar as melhores condições de produção de forrageira e de composição nutricional (GIONBELLI *et al.*, 2024). Ocasionalmente que parte do desenvolvimento gestacional ocorra durante o período seco, onde se tem menor disponibilidade e qualidade de forragem.

Dentre as alternativas para melhorar a distribuição de alimentos ao longo do ano, está o processo de ensilagem. E caso a opção seja utilizar forrageiras tropicais, estas possuem alta concentração de umidade, facilitando a ocorrência de perdas durante a fermentação. Uma solução apresentada anteriormente é ensilar as forrageiras tropicais juntamente com alimentos concentrados na forma de dietas parciais ou totais (DANIEL *et al.*, 2019). Com a finalidade de verificar qual dieta total ensilada teria o melhor desempenho animal, optou-se por utilizar dois dos concentrados com maior disponibilidade (casca de soja e grãos secos de destilaria).

A hipótese do trabalho é que vacas alimentadas durante o terço médio da gestação com uma dieta total ensilada com maior proporção de proteína não degradável no rumem (PNDR) teriam maior desempenho e possibilitariam um desenvolvimento superior da progênie.

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do componente proteico de duas rações ensiladas (baixa e alta proteína não degradável no rúmen - PNDR) fornecidas no terço médio da gestação sobre o consumo, digestibilidade, parâmetros sanguíneos e desempenho das vacas de corte e de suas progênies.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Local e procedimentos pré-experimentais

Antes do seu início, o projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê Brasileiro de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFLA – processo nº 010/2020), de acordo com os princípios éticos de experimentação animal estabelecidos pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA).

O experimento foi conduzido no Setor de Gado de Corte do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Medicina veterinária (FZMV) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras-MG, Brasil. As coordenadas geográficas são latitude 21°13'56.32"S e longitude 44°58'23.00"O. A altitude é de 916 metros em relação ao nível do mar. O clima da região é temperado chuvoso(mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso, o CWA pela classificação de Köppen. A precipitação anual é de 1460 mm, com temperatura média anual de 20,4 °C.

### 2.2. Produção das rações ensiladas

Primeiramente fez-se a escolha da área, levando em consideração a planta forrageira, o relevo e a presença de obstáculos. Então foi selecionado um pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, com cerca de 6,5 hectares (ha), onde foi realizada uma adubação de manutenção na dose de 50 Kg de N/ha e posteriormente feito um diferimento por cerca de 90 dias.

Já no momento da ensilagem, utilizou-se uma colhedora tracionada (JF C130), com uma plataforma de área total (JF 1300), buscando manter um tamanho de corte uniforme e próximo de 1,0 cm. Para isso, a facas do equipamento eram afiadas duas vezes ao dia.

Posteriormente o material era transportado e basculado próximo do local onde seria embolsado. Neste local o vagão misturador (Casale totalmix 35), com a balança previamente tarada, era carregado com o auxílio de uma retroescavadeira, e a partir do peso de forragem que fora adicionado, calculava-se a quantidade de concentrado necessária (Tabela 3). Concentrado esse que foi obtido a partir de uma pré-mistura do DDG com o mineral (*Bell nutri 90*) ou casca de soja, ureia e mineral.

Após o tempo necessário para homogeneização da mistura (cerca de 10 minutos), o material era descarregado na rampa da embudadora de forragem (JF Silo Master Forage), onde também era feita a aplicação do aditivo (Fylax® Forte Liquid). O aditivo era utilizado na dose

de 1 litro por tonelada, sendo que ele era diluído previamente com água na proporção de 1:1 e aplicado com um pulverizador costal.

Tabela 3. Inclusão dos ingredientes e composição química das dietas (% da MS) fornecidas as vacas durante o terço médio da gestação.

Ingredientes	Silagem	
	DDG <sup>1</sup>	CS <sup>2</sup>
Capim Marandu	86,3	86,3
Casca de soja	-	11,6
Ureia	-	1,1
Grãos secos de destilaria	12,7	-
Mistura mineral	1,0	1,0
Composição química		
MS (%)	28,8 ± 3,01	28,2 ± 2,89
Cinzas (% MS)	7,3 ± 0,47	6,8 ± 0,54
FDN (% MS)	65,2 ± 0,65	68,3 ± 2,65
EE (% MS)	2,0 ± 0,42	1,5 ± 0,21
PB (% MS)	9,2 ± 0,68	7,9 ± 0,70
CNF (% MS)	16,2 ± 0,68	15,6 ± 0,68
NDT (% MS)	52,1 ± 0,68	48,8 ± 0,68
Perfil de fermentação		
Ácido láctico (%MS)	4,7 ± 1,40	2,1 ± 1,09
Ácido acético (%MS)	3,0 ± 0,64	3,2 ± 0,65
Ácido propiônico (%MS)	0,6 ± 0,22	1,3 ± 0,20
Ácido butírico (%MS)	0,4 ± 0,09	1,2 ± 0,46
Etanol (%MS)	0,6 ± 0,39	0,4 ± 0,17

<sup>1</sup> Grãos secos de destilaria. <sup>2</sup> Casca de soja.

Por fim o alimento foi mantido na estrutura de estocagem (silo bolsa) por 47 dias e posteriormente foi iniciado o fornecido das silagens aos animais. As principais diferenças obtidas para o perfil de fermentação das dietas foram os valores da concentração de ácido láctico e de ácido butírico.

### 2.3. Animais e distribuição dos tratamentos experimentais

Foram utilizadas 33 vacas da raça Tabapuã, as quais passaram por protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF), sendo que elas tiveram três oportunidades de

IATF, e as que não emprenharam passaram por um repasse com touro, com duração de 30 dias. Posteriormente foi realizado o diagnóstico de gestação e sexagem por ultrassonografia retal. No início do terço médio de gestação as vacas foram retiradas do pasto de *Urochloa brizantha* cv Marandu (Braquiária), e levadas para um confinamento em baias individuais. Essas foram divididas em dois grupos recebendo duas silagens de mistura de ração total (TMR), uma contendo capim Marandu e grãos secos de destilaria (DDG), e outra contendo capim Marandu, casca de soja e ureia. As vacas permaneceram confinadas durante todo o terço médio de gestação recebendo essas dietas. No terço final da gestação (em torno de 60 dias) todas as vacas permaneceram nas mesmas condições, elas ficaram em um pasto diferido, o qual tinha uma área de 6,7 hectares, fornecendo uma massa de forragem inicial de aproximadamente de 9,3 toneladas por hectare e uma composição química de 5,6% PB e 75% FDN. Também receberam um suplemento proteico de baixo consumo, composto por 9% de milho, 55% de farelo de soja, 18 % de ureia e 18% de mistura mineral (76,0% PB; 56,2% NNP e 51,2% NDT). A partir do nascimento os bezerros receberam colostragem, vermifugação e todo o manejo sanitário necessário. Os bezerros permaneceram junto as mães até a desmama, que ocorreu com uma idade média de 173 dias.

## **2.4. Avaliações e coletas**

### **2.4.1. Ganho de peso e escore de condição corporal**

O peso corporal das vacas para estimativa do ganho de peso médio diário foi obtido após um período de dezesseis (16) horas de jejum de sólidos e líquidos (peso corporal em jejum - PC). As vacas foram pesadas no período da manhã, antes da alimentação, aos 130 e aos 230 dias de gestação. Através do peso corporal gestante (PC) e do escore de condição corporal (ECC), foram elaborados cálculos matemáticos do peso de corpo vazio da vaca não prenha (PCVnp) e dos componentes gestacionais (CG), calculados conforme Gionbelli *et al.*, (2015). Estas estimativas são importantes para ser ter uma melhor relação entre o peso de tecidos corporais maternos e gestacionais (GIONBELLI *et al.*, 2015).

A discriminação de cada um dos componentes foi necessária para calcular o GMD dos tecidos maternos, considerando somente o peso corporal das vacas, menos os componentes gestacionais aos 130, 230 e 270 dias de gestação. E o ganho dos componentes gestacionais (GMDcg) foi calculado com a diferença entre os pesos estimados de CG em cada uma dessas fases.

As avaliações do escore de condição corporal também foram realizadas aos 130, 230 e aos 270 dias de gestação, e ao parto, ou seja, eram realizadas juntamente com as atividades de pesagem dos animais. As pontuações avaliadas foram em uma escala de 1 a 9, sendo 1 considerado muito magra e 9 muito obesa (NICHOLSON e BUTTERWORTH, 1986 e RICHARDS *et al.*, 1986). A avaliação foi realizada por três pessoas de forma independente, e após as observações e palpações nos animais foi calculada uma média de cada um dos pontos avaliados.

#### **2.4.2. Digestibilidade aparente no trato total**

Para avaliar as características nutricionais da dieta, foram realizados períodos de avaliação da digestibilidade aparente no trato total da MS, da PB e da FDN, por meio da determinação do consumo médio de MS e dos componentes da dieta, ocorrido durante o período de coleta de fezes. O ensaio de digestibilidade foi realizado com duração de 4 dias consecutivos, por volta dos 180 dias de gestação conforme sugerido por Barbosa (2005), Paixão *et al.*, (2007) e Ferreira *et al.*, (2009). Foi realizada a coleta total de fezes por um período de 24 horas, para depois serem pesadas, homogeneizadas e amostradas (subamostra por dia de coletada). As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Após a secagem, as amostras foram moídas em uma peneira com crivo de 1 mm. Posteriormente, foi preparada uma amostra composta de fezes para cada animal, levando em consideração a quantidade de fezes excretadas e a concentração de matéria seca de cada das subamostras.

Após o nascimento, os bezerros foram submetidos aos manejos pós-natais, pesados, identificados e vermifugados. Também foram realizadas pesagens aos 10, 60 e 120 dias de lactação, além da pesagem ao desmame.

Durante o período de lactação, também foram realizados dois períodos de digestibilidade (4 dias de coletas cada) por volta dos 60 e 120 dias de lactação, sendo que no primeiro foi avaliado a digestibilidade de nutrientes somente nas matrizes, enquanto no segundo período foi avaliado nas matrizes e progênie. Por se tratar de uma avaliação feita a pasto, utilizou-se o método de coleta de fezes foi o de coleta spot. Para a estimativa do consumo e da produção fecal, foi utilizado o método do duplo indicador, sendo um externo (dióxido de titânio), na dose de 10 gramas por dia e outro interno (FDNi).

### 2.4.3. Análise hormonal e de metabólitos

Amostras de sangue foram coletadas aos 230 dias de gestação (ao final do período de alimentação com as dietas experimentais), antes da alimentação (07:00 horas), por meio de uma punção da veia jugular utilizando tubos vacutainer contendo acelerador de coagulação, EDTA K3, fluoreto e heparina sódica. As amostras (10 mL) foram colocadas em gelo e imediatamente centrifugadas a 2700 rpm por 20 minutos e depois armazenadas a -20 °C. Amostras de cada vaca foram analisadas em duplicata. No caso das análises de glicose e ureia, também foram coletadas amostras 4 horas após a alimentação.

As análises de glicemia foram realizadas pelo método colorimétrico (Glucose PAP Liquiform, Labtest®, Lagoa Santa, Brasil). As concentrações de glicose foram quantificadas com Reagente Estável Líquido Oxidase/Peroxidase usando metodologia God-Trinder. O equipamento foi ajustado para a leitura no comprimento de onda de 500 nm. A uréia-N plasmática foi determinada pelo procedimento da urease Berthelot pelo método enzimático de acordo com o método enzimático-colorimétrico, utilizando para leitura o comprimento de onda de 600 nm (Urea CE, Labtest®, Lagoa Santa Brasil).

Para analisar o perfil energético, as concentrações séricas de  $\beta$ -hidroxibutirato (BHBA) em amostras de plasma foram determinadas pelo método cinético enzimático (Randox Laboratories Ltd), ácidos graxos não esterificados (NEFA) pelo método cinético enzimático (Bovine NEFA ELISA Kit, ELK Biotechnology). As concentrações de IGF-1 (bovine IGF-1 ELISA, Sigma-Aldrich) e Insulina (Bovine Insulin ELISA Kit, Sigma-Aldrich) no plasma bovino foram quantificadas pelo teste Elisa.

### 2.4.4. Índices de resistência

Para avaliar o comportamento hemodinâmico da artéria uterina foram realizadas medidas no final do período de suplementação (por volta dos 230 dias de gestação) e no pré-parto (por volta dos 270 dias de gestação) por meio de aparelho de ultrassom com Doppler (Colorido e Espectral) e sonda linear transretal de 7,0 MHz. Após inserir a sonda pelo reto e ativar o modo B digital, a artéria uterina foram localizados conforme (BOLLWEIN *et al.*, 2002). Os índices de resistência (RI), pulsatilidade (IP) e relação sistólica/diastólica (S/D) foram apresentados após ativação da função Doppler espectral na artéria uterina. A análise dos índices Doppler foi realizada através do software de análise do equipamento.

#### 2.4.5. Análises laboratoriais

O alimento fornecido, sobras e fezes foram processados em peneira de 1 mm para posterior determinação da MS (método 934.01; AOAC, 1990); matéria orgânica (MO) determinada por cinzas (método 924.05; AOAC, 1990); proteína bruta (PB) obtida pela multiplicação do nitrogênio total, determinado pela técnica micro Kjeldahl (método 920,87; AOAC, 1990), por fator de conversão fixo (6,25); Os níveis de carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados seguindo a proposta de Detmann e Valadares Filho (2010), com  $CNF = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ derivado de ureia} + \% ureia) + \% FDN_{cp} + \% EE + \% cinzas]$ ,  $FDN_{cp}$ , segundo Mertens (2002), utilizando  $\alpha$ -amilase termoestável, e sem a utilização de sulfito de sódio; FDN insolúvel contendo nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NDIN) foi quantificado seguindo as recomendações de Van Soest e Robertson (1985) e extrato etéreo (EE), determinado gravimetricamente por extração com éter de petróleo em aparelho Soxhlet (método 920.85; AOAC, 1990). A ingestão energética dos animais foi avaliada segundo Detmann *et al.*, (2010):  $NDT (\%) = PBD + 2,25 \times EED + CNFD + FDND_{cp}$ , onde PBD, EED, CNFD e  $FDND_{cp}$  significam, respectivamente, proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, carboidratos não fibrosos digestíveis e carboidratos não fibrosos digestíveis livres de cinzas e proteínas da fibra em detergente neutro, que foram calculadas a partir dos testes de digestibilidade do presente estudo.

A análise do indicador dióxido de titânio foi feita conforme Barros *et al.*, (2012). A determinação da fibra insolúvel em detergente neutro indigestível (FDNi), 0,5 g de amostra do volumoso e das fezes foram acondicionadas em sacos de TNT, previamente secos e pesados, e incubadas por 144 horas no rúmen de uma vaca. Após esse período, os sacos foram retirados, lavados em água corrente até seu total clareamento. Após esse procedimento, os sacos foram secos e fervidos por 1 hora em solução de detergente neutro (MERTENS, 2002), lavados com água quente e acetona, secos e pesados. O seu resíduo foi considerado como a FDNi.

#### 2.5. Análise estatística

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com um arranjo fatorial  $2 \times 2$ , referente à nutrição materna e ao sexo da progênie (efeitos fixos). Os dados foram analisados usando vários modelos seguindo um modelo base:

$$y_{ijkl} = \mu + T_i + P_j + S_k + b_1 iBW_l + e_{ijkl}$$

Onde  $y_{ijkl}$  é o valor observado;  $\mu$  é a interceptação;  $T_i$  é o efeito fixo do  $i$ -ésimo nível do tratamento, com  $i = 1$  a  $2$ ;  $P_j$  é o efeito fixo do  $j$ -ésimo nível do grupo de prenhez, com  $j = 1$  a  $2$ ;  $S_k$  é o efeito fixo do  $k$ -ésimo nível de sexo da progênie, com  $k = 1$  a  $2$ ;  $b_l$  é o coeficiente de regressão parcial para a covariável  $iBW$ , onde  $iBW_i$  representa o peso corporal inicial observado da  $l$ -ésima vaca; e  $e_{ijkl}$  é o erro aleatório associado a  $y_{ijkl}$ , assumindo  $e \sim N(0, I\sigma_e^2)$ , onde  $I$  representa a identidade da matriz.

A equação foi expandida para incluir covariáveis adicionais e posteriormente comparada. Para isso foram avaliados os efeitos do escore de condição corporal aos 130 dias de gestação ( $iBCC$ ) e o valor do mérito genético estimado para a progênie ( $EBVc$ ) foram avaliados simultaneamente ou separadamente no modelo. Este último efeito ( $EBVc$ ) foi avaliado apenas para características medidas na progênie. Assim, para características medidas na vaca foram avaliados o modelo base (Eq. [1]) e outro modelo incluindo o efeito do  $iBCC$ , enquanto para características medidas na progênie foram avaliados um total de quatro modelos: Eq. [1], Eq. [1] +  $iBCC$ , Eq. [1] +  $EBVc$  e Eq. [1] +  $iBCC$  +  $EBVc$ .

Antes das análises finais, os resíduos foram avaliados quanto a outliers, normalidade e homogeneidade de variância. As observações com resíduos estudantis absolutos superiores a 3 foram removidas uma de cada vez, enquanto a normalidade foi avaliada em paralelo com base no teste de Shapiro-Wilk em  $P > 0,01$ . O teste de Shapiro-Wilk foi realizado utilizando a função base *shapiro.test* do R (R versão 4.3.2; R CORE TEAM, 2003). A homogeneidade das variâncias foi avaliada visualmente através da representação gráfica dos valores previstos em relação aos valores residuais. Após essas etapas, todos os dados seguiram as suposições de erro esperadas.

As análises finais foram realizadas usando a função baseada *lm* do R. Os modelos foram comparados com base no Critério de Informação de Akaike -  $AIC$  (AKAIKE, 1973). Quando os modelos tinham tamanhos amostrais diferentes para a mesma característica (devido à remoção de outliers), o  $AIC$  corrigido ( $AICc$ ) foi utilizado para comparar os modelos (SUGIURA, 1978). O modelo com menor valor de  $AIC/AICc$  foi selecionado dentro de uma variável.

Os resultados foram considerados significativos quando apresentaram valores de  $P \leq 0,05$  e como tendência quando  $0,05 < \text{valor } P \leq 0,10$ .

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Gestação

Os resultados de consumo de nutrientes (MS, PB e FDN) em quilogramas por dia (Kg/dia), tiveram efeito do tipo de silagem ( $P < 0,01$ ;  $< 0,01$  e  $< 0,01$ ). Com o tratamento DDG apresentando maiores valores (7,18; 0,67 e 4,88 Kg/dia), quando comparado ao tratamento CS (5,26; 0,42 e 3,91 Kg/dia), respectivamente (Tabela 4). Quando se avaliou o consumo de MS e FDN ( $P < 0,01$  e  $< 0,02$ ) em proporção do peso corporal (g/Kg PC), o tratamento DDG (13,26 e 9,30 g/Kg PC) também apresentou maiores valores do que o tratamento CS (10,48 e 7,74 g/Kg PC), respectivamente.

Com relação a digestibilidade de nutrientes, houve efeito do tipo de silagem somente para a digestibilidade da proteína bruta ( $P = 0,02$ ), com o tratamento DDG (687,52 g/Kg de MS) apresentando maior valor que o tratamento CS (643,05 g/Kg de MS). Porém, houve interação entre os fatores ( $P = 0,03$ ), e quando procedeu o desdobramento de um fator dentro do outro, observou-se que as vacas prenhas de fêmea e alimentadas com a silagem CS apresentaram menor digestibilidades da MS e PB que as demais (Figuras 1 e 2). Também houve efeito ( $P < 0,01$ ) do tipo de silagem sobre o balanço de nitrogênio (g/dia), onde os animais alimentados com DDG (64,48 g/dia) tiveram maiores valores do que aqueles alimentados com CS (41,67 g/dia).

Com relação ao metabolismo do nitrogênio (N), houve efeito do tipo de silagem sobre as variáveis consumo de N ( $P < 0,01$ ), N urinário ( $P < 0,01$ ), N fecal ( $P < 0,01$ ) e balanço de N ( $P < 0,01$ ; Tabela 5). Mas não houve efeito do tipo de silagem sobre a produção de proteína microbiana ( $P = 0,18$ ). Já com relação ao efeito do sexo da progênie, este não apresentou efeito sobre nenhuma das variáveis relacionadas ao metabolismo do N ( $P > 0,05$ ).

Tabela 4. Influência da alimentação de vacas de corte no terço médio da gestação com dietas totais ensiladas e do sexo da progênie sobre o consumo e digestibilidade aparente no trato total de nutrientes.

Variável	Silagem (S)		Sexo da progênie (SP)		EPM	Valor P		
	DDG (n=17)	CS (n=16)	Fêmea (n=17)	Macho (n=16)		S	SP	SxSP
Consumo Kg/dia								
MS	7,18	5,26	6,05	6,39	1,409	<0,01	0,51	0,93
PB	0,67	0,42	0,55	0,53	0,108	<0,01	0,65	0,98
FDN	4,88	3,91	4,48	4,31	0,903	<0,01	0,60	0,79
Consumo g/Kg PC								
MS	13,26	10,48	12,08	11,66	2,127	<0,01	0,59	0,82
FDN	9,30	7,74	8,52	8,53	1,486	0,02	0,97	0,86
Digestibilidade no trato total, g/kg de MS								
MS	572,89	566,80	548,90	590,80	66,182	0,78	0,11	0,03
PB	687,52	643,05	649,34	681,23	55,769	0,02	0,14	0,03
FDN	596,45	601,24	600,83	596,87	60,711	0,81	0,86	0,84

Figura 4. Efeito da ração ensilada e do sexo da progênie sobre a digestibilidade aparente da matéria seca (MS) no trato total.

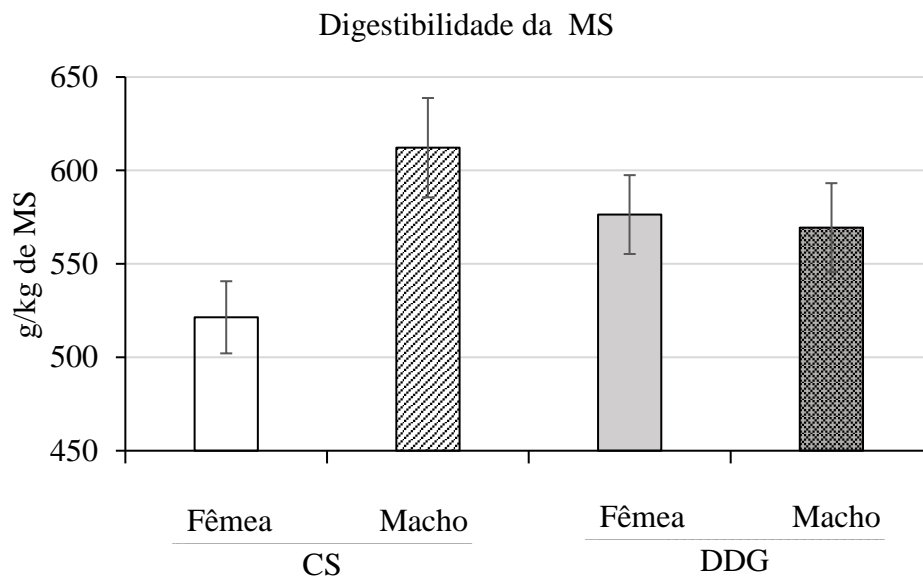


Figura 5. Efeito da ração ensilada e do sexo da progênie sobre a digestibilidade aparente da proteína bruta (PB) no trato total.

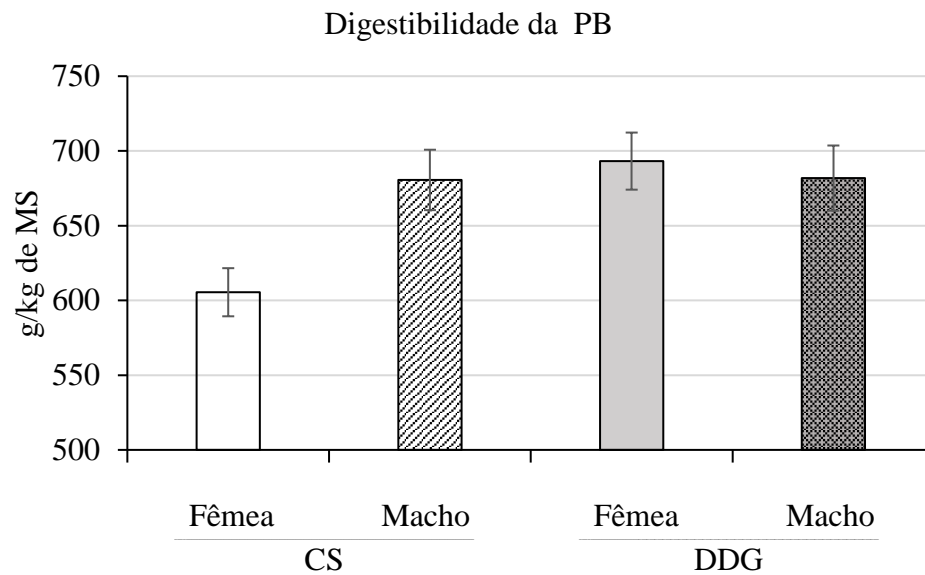
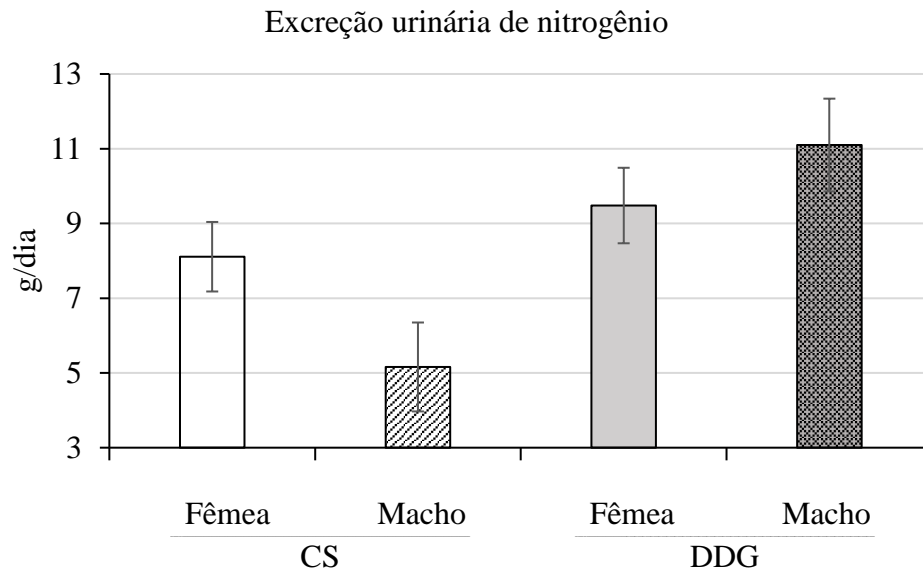


Tabela 5. Influência da alimentação de vacas de corte no terço médio da gestação com dietas totais ensiladas e do sexo da progênie sobre a produção de proteína microbiana, consumo de nitrogênio (N), excreção de N e balanço de N.

Variável	Silagem (S)		Sexo da progênie (SP)		EPM	Valor P		
	DDG (n=17)	CS (n=16)	Fêmea (n=17)	Macho (n=16)		S	SP	SxSP
Consumo N (g/dia)	113,54	78,80	99,29	93,05	6,434	<0,01	0,51	0,84
N urinário (g/dia)	10,29	6,63	8,80	8,13	0,796	<0,01	0,57	0,04
N fecal (g/dia)	39,95	29,90	37,27	32,59	9,445	<0,01	0,19	0,12
Balanço de N (g/dia)	64,12	42,09	53,50	52,71	4,944	<0,01	0,91	0,47
Pmic. (g/dia)	699,9	528,5	639,2	589,2	96,12	0,18	0,72	0,21

Pmic = Produção de proteína microbiana (estimada através da excreção de derivados de purina).

Figura 6. Efeito da ração ensilada e do sexo da progênie sobre a excreção urinária de nitrogênio.



A diferença obtida no consumo de nutrientes, influenciou no desempenho das vacas após o período de alimentação de 100 dias (Tabela 6). Houve efeito do tipo de silagem para o peso corporal das vacas aos 230 dias de gestação ( $P < 0,01$ ), para o escore de condição corporal aos 230 dias de gestação ( $P < 0,01$ ), para o peso de corpo vazio aos 230 dias de gestação ( $P < 0,01$ ), para o ganho de peso total ( $P < 0,01$ ), ganho de peso de corpo vazio ( $P < 0,01$ ) e ganho de peso materno ( $P < 0,01$ ), que é aqueles sem considerar o peso dos componentes gestacionais. Também houve diferença entre o tipo de silagem para o ganho médio diário da vaca gestante (GMD gest.;  $P < 0,01$ ), ganho médio diário materno ( $P < 0,01$ ) e ganho médio diário de componentes gestacionais (GMDcp;  $P = 0,04$ ). Não teve efeito do tipo de silagem sobre o peso das vacas ao parto ( $P = 0,36$ ), mas teve efeito sobre o escore de condição corporal ao parto (ECC ao parto;  $P < 0,01$ ).

Com relação as concentrações plasmáticas de hormônios e metabólitos, não houve interação entre a nutrição materna e o sexo do bezerro, exceto para a variável fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1;  $P = 0,02$ ). Para as variáveis concentração de glicose antes e após a alimentação, ureia após a alimentação, IGF-1 e insulina, não houve efeito da nutrição materna e nem do sexo da progênie. Já para as variáveis concentração de ureia antes da alimentação (ureia 0h), ácidos graxos não esterificados (NEFA) e beta-hidroxibutirato (BHBA), houve efeito da nutrição materna. O tratamento da silagem com casca de soja e ureia (CS) teve maiores concentrações de ureia 0h (42,3 mg/dL), NEFA (0,339 mmol/L) e BHBA (0,212 mmol/L), quando comparado ao tratamento com DDG (33,6 mg/dL; 0,287 mmol/L; 0,151 mmol/L), respectivamente (Tabela 7).

Tabela 6. Influência da alimentação de vacas de corte no terço médio da gestação com dietas totais ensiladas e do sexo da progênie sobre o peso corporal (PC), peso corporal de Emphy prenhe (PCVZp), peso corporal de Emphy não prenhe (EBWnp), componentes prenhes e escore de condição corporal (ECC) em vacas de corte.

Variável	Silagem (S)		Sexo da progênie (SP)		EPM	Valor P		
	DDG (n=17)	CS (n=16)	Fêmea (n=17)	Macho (n=16)		S	SP	SxSP
Avaliações com 130 dias de gestação (início do período experimental)								
PC (Kg)	532,6	541,3	508,3	565,6	55,96	0,66	<0,01	0,71
Avaliações com 230 dias de gestação (final do período experimental)								
PC (Kg)	541,8	492,0	522,3	511,5	34,88	<0,01	0,41	0,34
PCVng (Kg)	449,0	406,0	431,0	424,0	30,98	<0,01	0,58	0,99
ECC	6,19	5,60	6,09	5,71	0,07	<0,01	0,02	0,34
Desempenho no período (Kg)								
GP total	5,07	-44,60	-16,49	-23,04	34,66	<0,01	0,64	0,87
GPCV	6,44	-39,19	-13,36	-19,39	32,16	<0,01	0,64	0,85
GP materno	-21,55	-64,54	-39,55	-46,53	30,98	<0,01	0,58	0,99
CG	29,06	25,35	26,68	27,73	5,08	0,05	0,61	0,21
Desempenho no período (Kg/dia)								
GMD gest.	0,050	-0,445	-0,162	-0,233	0,341	<0,01	0,60	0,88
GMD materno	-0,216	-0,645	-0,392	-0,468	0,305	<0,01	0,53	0,98
GMDcg	0,290	0,253	0,267	0,277	0,050	0,04	0,59	0,20
Avaliações ao parto								
Peso ao parto (Kg)	498,1	488,0	493,2	492,9	30,09	0,36	0,96	0,62
ECC ao parto	4,56	4,10	4,51	4,15	0,51	<0,01	0,06	0,46

PC = peso corporal. PCVng = peso de corpo vazio da vaca não gestante. ECC = escore de condição corporal. CG = componentes gestacionais. GP total = ganho de peso total. GPCV = ganho de peso de corpo vazio. GP materno = ganho de peso materno (sem os componentes gestacionais). GMD = ganho médio diário. GMDcg = ganho médio diário de componentes gestacionais.

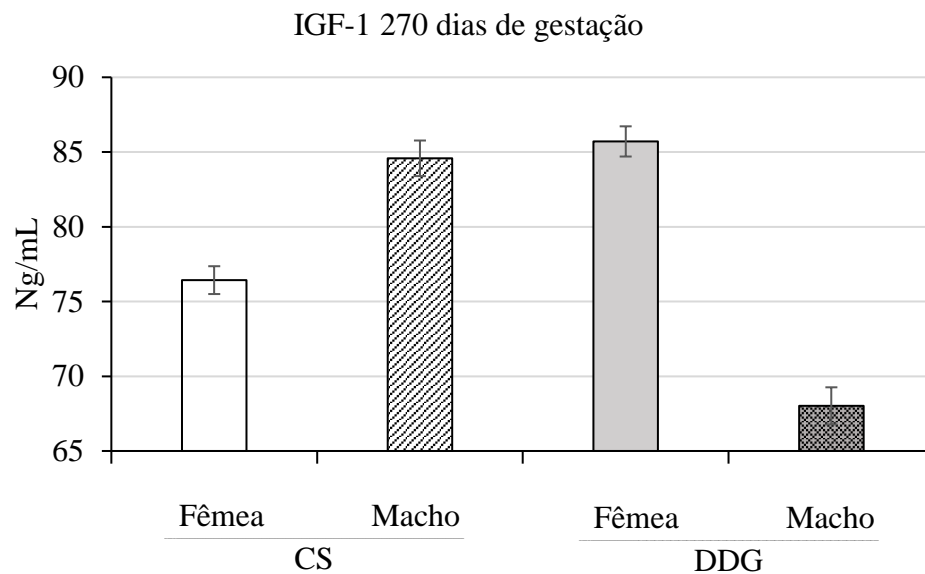
Tabela 7. Influência da alimentação de vacas de corte no terço médio da gestação com dietas totais ensiladas e do sexo da progênie sobre os hormônios e metabólitos plasmáticos.

	Silagem (S)		Sexo da progênie (SP)		EPM	Valor P		
	DDG (n=17)	CS (n=16)	Fêmea (n=17)	Macho (n=16)		S	SP	SxSP
Glicose 0h (mg/dL)	49,2	47,7	48,6	48,4	4,05	0,42	0,35	0,66
Glicose 4h (mg/dL)	47,1	44,0	47,9	44,2	5,38	0,16	0,09	0,13
Ureia 0h (mg/dL)	33,6	42,3	39,3	36,6	6,04	<0,01	0,27	0,83
Ureia 4h (mg/dL)	35,8	38,5	36,8	37,6	5,10	0,14	0,70	0,55
IGF-1 (Ng/mL)	76,9	80,5	81,2	76,3	17,04	0,61	0,86	0,02
Insulina ( $\mu$ UI/mL)	17,2	13,1	15,8	14,5	7,99	0,17	0,69	0,09
NEFA <sup>1</sup> (mmol/L)	0,287	0,339	0,335	0,292	0,058	0,02	0,07	0,63
BHBA <sup>2</sup> (mmol/L)	0,151	0,212	0,183	0,180	0,552	<0,01	0,88	0,95

<sup>1</sup> Ácidos graxos não esterificados

<sup>2</sup> Beta-hidroxibutirato.

Figura 7. Efeito da ração ensilada e do sexo da progênie sobre a concentração do fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1).

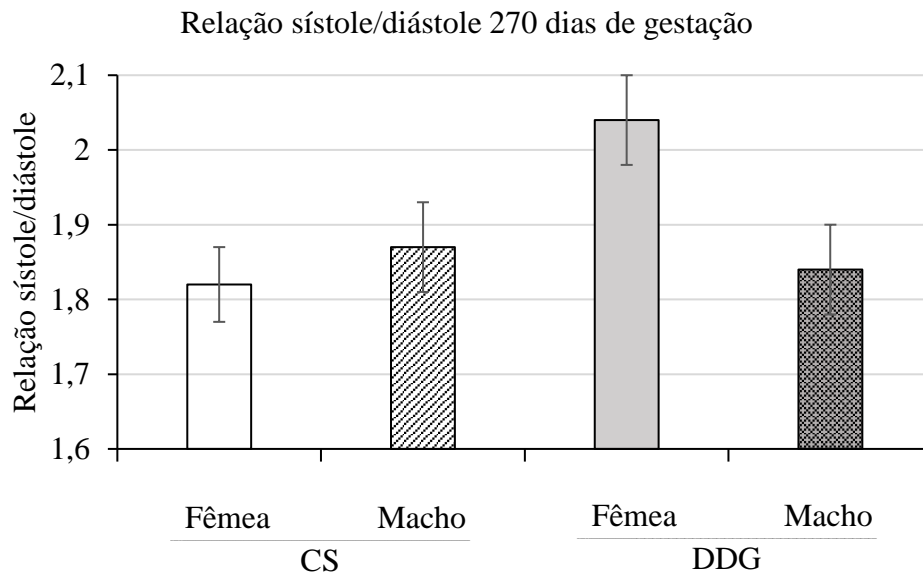


Com relação aos índices de pulsatilidade, resistência e relação sístole/diástole da artéria uterina, avaliados aos 230 dias de gestação (término do período de alimentação com as silagens experimentais), houve efeito do tipo de silagem ( $P=0,05$ ;  $0,03$  e  $0,02$ ). Nesta avaliação houve também efeito do sexo progênie para o índice de resistência ( $P=0,02$ ). Já na avaliação realizada no pré-parto (aos 270 dias de gestação), não houve efeito do tipo de silagem e nem do sexo da progênie em nenhum dos parâmetros avaliados na artéria uterina ( $P>0,05$ ; Tabela 8).

Tabela 8. Influência da alimentação de vacas de corte no terço médio da gestação com dietas totais ensiladas e do sexo da progênie sobre o índice de pulsatilidade, índices de resistência e relação sístole/diástole.

Variável	Silagem (S)		Sexo da progênie (SP)		EPM	Valor P		
	DDG (n=17)	CS (n=16)	Fêmea (n=17)	Macho (n=16)		S	SP	SxSP
Avaliações com 230 dias de gestação (final do período experimental)								
Índice de pulsatilidade (IP)	0,647	0,736	0,734	0,649	0,1176	0,05	0,07	0,11
Índice de resistência (IR)	0,465	0,497	0,499	0,462	0,0421	0,03	0,02	0,11
Relação sístole/diástole	1,87	2,03	2,02	1,88	0,1878	0,02	0,05	0,07
Avaliações com 270 dias de gestação (pré-parto)								
Índice de pulsatilidade (IP)	0,597	0,583	0,616	0,564	0,1095	0,70	0,22	0,08
Índice de resistência (IR)	0,445	0,461	0,457	0,449	0,0323	0,13	0,49	0,58
Relação sístole/diástole	1,94	1,85	1,93	1,86	0,1871	0,10	0,30	0,03

Figura 8. Efeito da ração ensilada e do sexo da progênie sobre a relação sístole/diástole aos 270 dias de gestação.



### 3.2. Lactação

A fim de caracterizar o consumo e digestibilidade de nutrientes durante a fase de cria, foram feitos dois períodos avaliação do consumo e da digestibilidade enquanto os animais

encontravam-se a pasto. Concomitantemente, também foram realizadas ordenhas das vacas para se ter a produção de leite diária, já que esta tem grande influência do desempenho da progênie nesta fase (Tabelas 9 e 10). Contudo não foi realizada análise estatística destas variáveis, devido à alta variabilidade dos dados obtidos, sendo apresentados nas tabelas as médias e os desvios padrão.

Tabela 9. Influência da alimentação de vacas de corte no terço médio da gestação com dietas totais ensiladas e do sexo da progênie sobre o consumo e digestibilidade aparente no trato total de nutrientes durante a fase de lactação.

Variável	Silagem (S)		Sexo da progênie (SP)	
	DDG (n=15)	CS (n=15)	Fêmea (n=17)	Macho (n=13)
Consumo (Kg/dia)				
Avaliação aos 60 dias de lactação (matrizes)				
MS	12,8 ± 2,3	12,9 ± 2,0	13,2 ± 2,4	12,5 ± 1,7
PB	1,45 ± 0,41	1,44 ± 0,38	1,51 ± 0,4	1,35 ± 0,36
FDN	8,6 ± 1,1	8,6 ± 1,2	8,7 ± 1,3	8,5 ± 0,9
Avaliação aos 120 dias de lactação (matrizes)				
MS	11,5 ± 1,0	12,6 ± 1,8	12,4 ± 1,4	11,6 ± 1,6
PB	1,34 ± 0,33	1,42 ± 0,31	1,48 ± 0,30	1,26 ± 0,30
FDN	8,6 ± 0,7	9,4 ± 1,0	9,2 ± 1,0	8,8 ± 0,9
Avaliação aos 120 dias de lactação (progênie)				
MS	4,2 ± 1,0	3,9 ± 0,8	3,9 ± 0,7	4,1 ± 1,1
PB	0,49 ± 0,19	0,45 ± 0,13	0,47 ± 0,12	0,46 ± 0,21
FDN	3,1 ± 0,9	2,9 ± 0,7	2,9 ± 0,6	3,2 ± 1,0
Digestibilidade aparente no trato total (g/kg de MS)				
Avaliação aos 60 dias de lactação (matrizes)				
MS	536,7 ± 60,8	527,6 ± 59,7	532,0 ± 61,6	532,3 ± 58,9
PB	655,4 ± 47,4	564,1 ± 84	626,2 ± 87,2	588,4 ± 72,2
FDN	598,6 ± 61,3	604,2 ± 46,9	599,0 ± 56,6	604,6 ± 51,8
Avaliação aos 120 dias de lactação (matrizes)				
MS	475,4 ± 57,2	505,2 ± 52,4	503,2 ± 50,2	473,3 ± 60,6
PB	633,1 ± 121,4	657,7 ± 81,1	661,4 ± 87,9	624,5 ± 118,7
FDN	575,2 ± 37,2	598,4 ± 43,6	593,4 ± 39,3	578,1 ± 44,3
Avaliação aos 120 dias de lactação (progênie)				
MS	481,4 ± 63,0	499,6 ± 65,2	511,9 ± 55,4	462,5 ± 64,8
PB	502,3 ± 144,0	468,7 ± 141,9	527,7 ± 134,1	430,3 ± 136,4
FDN	649,4 ± 101,8	647,5 ± 32,6	666,5 ± 92,3	624,9 ± 30,3

Tabela 10. Influência da alimentação de vacas de corte no terço médio da gestação com dietas totais ensiladas e do sexo da progênie sobre a produção e composição do leite.

Variável	Silagem (S)		Sexo da progênie (SP)	
	DDG (n=15)	CS (n=15)	Fêmea (n=17)	Macho (n=13)
Avaliação aos 60 dias de lactação				
Produção de leite (Kg/dia)	4,4 ± 1,3	4,9 ± 1,5	4,4 ± 1,4	4,9 ± 1,3
Gordura (%)	3,1 ± 0,97	3,1 ± 0,74	3,2 ± 1,0	3,1 ± 0,7
Proteína (%)	3,4 ± 0,23	3,4 ± 0,17	3,4 ± 0,2	3,5 ± 0,2
Lactose (%)	4,8 ± 0,24	4,8 ± 0,28	4,8 ± 0,2	4,8 ± 0,3
Sólidos totais (%)	12,3 ± 1,24	12,3 ± 0,81	12,3 ± 1,0	12,3 ± 1,0
Avaliação aos 120 dias de lactação				
Produção de leite (Kg/dia)	4,1 ± 1,5	4,1 ± 0,9	3,7 ± 1,3	4,6 ± 0,8
Gordura (%)	4,0 ± 0,72	3,7 ± 0,70	3,8 ± 0,8	3,9 ± 0,6
Proteína (%)	3,7 ± 0,24	3,6 ± 0,15	3,6 ± 0,2	3,6 ± 0,2
Lactose (%)	4,6 ± 0,19	4,7 ± 0,25	4,7 ± 0,2	4,6 ± 0,2
Sólidos totais (%)	13,2 ± 0,94	13,0 ± 0,83	13,1 ± 0,9	13,1 ± 0,8

O desempenho da progênie durante a fase de cria foi avaliado mediante pesagens ao nascimento, aos 10 dias de vida, durante os dois períodos de avaliação do consumo (aproximadamente aos 60 e 120 dias de vida) e na desmama. Contudo optou-se por apresentar os pesos ajustados para 60, 120 e 210 dias, já que todos os bezerros foram desmamados todos em uma única data, anulando-se assim efeito da idade (Tabela 11). Não houve efeito do tipo de silagem sobre o peso da progênie nas diferentes idades ( $P > 0,05$ ). Mas houve efeito de sexo sobre os pesos ajustados para 60, 120 e 210 dias ( $P < 0,01$ ;  $< 0,01$  e  $< 0,01$ ; respectivamente). Com relação ao ganho médio diário da progênie durante a fase de cria, não houve efeito significativo do tipo de silagem ( $P = 0,06$ ), mas houve efeito do sexo da progênie ( $P = < 0,01$ ), com os machos obtendo um ganho superior em 0,23 Kg/dia (28%).

Tabela 11. Influência da alimentação de vacas de corte no terço médio da gestação com dietas totais ensiladas e do sexo da progênie sobre o peso e ganho médio diário.

Variável	Silagem (S)		Sexo da progênie (SP)		EPM	Valor P		
	DDG (n=15)	CS (n=15)	Fêmea (n=17)	Macho (n=13)		S	SP	SxSP
Peso corporal (Kg)								
Nascimento	32,6	32,2	30,6	34,1	5,64	0,81	0,12	0,45
10 dias	42,6	44,0	41,3	45,2	7,60	0,63	0,17	0,61
60 dias*	89,4	95,9	85,4	99,5	10,80	0,07	<0,01	0,76
120 dias*	141,2	150,7	133,4	158,7	38,50	0,12	<0,01	0,61
210 dias*	220,3	234,2	201,2	253,4	26,20	0,12	<0,01	0,53
Ganho médio diário (Kg/d)								
GMD	0,894	0,962	0,812	1,044	0,1086	0,06	<0,01	0,36

\*Peso ajustado. GMD = ganho médio diário.

#### 4. DISCUSSÃO

O perfil de fermentação das silagens de ração total (Tabela 3) foi diferente daqueles valores normalmente encontrados em silagens de capins (ácido láctico de 6,0 a 10,0% MS e ácido butírico de 0,5 a 1,0% MS), dentre eles, destacando-se as menores concentrações de ácido láctico e maiores concentração de ácido butírico que aqueles presentes no intervalo relatados por Kung Jr *et al.* (2018).

A eficácia na aplicação do tratamento nutricional nas vacas pode ser demonstrada pelas diferentes respostas obtidas para as variáveis peso corporal aos 230 dias de gestação e no escore de condição corporal materno aos 230 dias de gestação (Tabela 6).

O menor consumo de MS, PB e FDN (Tabela 4) dos animais do tratamento CS (5,26 Kg/dia; 0,42 Kg/dia; 3,91 Kg/dia; respectivamente), quando comparado ao tratamento DDG (7,18 Kg/dia; 0,67 Kg/dia; 4,88 Kg/dia; respectivamente), pode ser explicado principalmente por dois fatores: maior concentração de ácido butírico (Tabela 3) e a maior concentração de N-NH<sub>3</sub> (cerca de 33% do N total; Tabela 2). A presença de ácido butírico reflete a extensão da atividade microbiana do gênero *Clostridium*, sendo positivamente correlacionado à redução da palatabilidade e do consumo da forragem (GONÇALVES *et al.*, 2009). Já as altas concentrações de N-NH<sub>3</sub> podem estar associada ao menor consumo de matéria seca (ROOK e GILL, 1990; CUSHNAHAN *et al.*, 1995; HUHTANEN *et al.*, 2002), e também a uma maior variação no consumo de MS (LAZZARI *et al.*, 2021).

Com relação a interação entre os fatores de estudo sobre a digestibilidade da PB, ocorreu uma menor digestibilidade da PB para as vacas alimentadas com CS e gestantes de fêmeas (605,5 g/Kg de MS), quando comparado aos demais animais (Figura 5). A explicação para esse fato pode estar relacionada com a variação diária no consumo ocorrida para esta silagem, visto que altas concentração de N-NH<sub>3</sub> podem promover flutuação no consumo de alimentos, conforme relatado por Lazzari *et al.* (2021).

À medida que a gestação avança ocorre uma redução no consumo de MS, devido a redução do volume ruminal pela compressão física exercida pelo feto (GIONBELLI *et al.*, 2024). E uma alternativa de minimizar o menor consumo é através da alteração da cinética ruminal, reduzindo a digestibilidade da MS e aumentando a taxa de passagem do alimento (RIBEIRO *et al.* 2015; MOREIRA *et al.* 2021). Logo pode-se inferir que a menor digestibilidade de MS e PB em vacas prenhas de fêmeas e alimentadas com CS pode ter ocorrido devido a um aumento na taxa de passagem (GIONBELLI *et al.*, 2024), buscando se adaptar para priorizar o desenvolvimento da progênie deste sexo.

A diferença observada entre as duas silagens para a variável balanço de nitrogênio (Tabela 5), evidencia a mobilização de proteína corporal na busca por atingir as exigências nutricionais. Já que o balanço de N é obtido através da subtração das excreções de N através de fezes e urina da quantidade consumida. Ou seja, os animais alimentados com CS além de ter um menor consumo de PB, também tinham um menor saldo de balanço de N. Restando como alternativa a mobilização de reservas corporais para atender as demandas de proteína do feto.

A consumo de proteína é de grande importância, sobretudo no caso de animais que consomem forragem de baixa qualidade, pois influencia o padrão de fermentação ruminal, as vacas de DDG tiveram maior consumo de PB e uma maior digestibilidade aparente no trato total da PB (DETMANN *et al.* 2014). O que resultou em um maior valor de balanço de nitrogênio. Já com relação a produção de proteína microbiana, não houve efeito do tipo de silagem sobre esta variável. O maior consumo de PB, digestibilidade e balanço de N, pode ser atribuído ao maior consumo de MS ocorrido para o tratamento DDG. Contudo, a diferença entre os tratamentos no consumo de MS e de PB não teve efeito sobre a produção de proteína microbiana, contrariando a teoria de que há uma alta correlação do consumo de matéria seca com a produção de proteína microbiana, conforme relatado por Galyean e Tedeschi (2014).

Os animais alimentados com a silagem DDG apresentaram maior consumo de N (em cerca de 44%), maiores perdas de N nas fezes (cerca de 34%) e na urina (cerca de 55%) e maior balanço de N (cerca de 52%). Contudo tais diferenças no metabolismo do N não afetou significativamente a síntese de proteína microbiana entre os animais alimentados com ambas as rações, mesmo havendo uma diferença numérica em cerca de 32% entre os tipos de silagem, não foi o suficiente para evidenciar diferenças significativas para esta variável. Uma explicação seria o fato de que animais em situação de carência proteica podem reduzir as concentrações intracelulares de aminoácidos livres, tanto essencial como não essencial, além de diminuir a excreção urinária de nitrogênio, reduzindo assim as perdas de N (GERON *et al.*, 2015).

O fato de as vacas prenhas de macho terem apresentado menor ECC ao parto, pode ser atribuído ao fato de que estas vacas apresentem uma maior exigência nutricional durante o crescimento fetal (THOMAS *et al.*, 2000; ALUR, 2019), devido a maior taxa de crescimento dos bezerros machos quando comparado as fêmeas (BARCELOS *et al.*, 2022).

Os níveis circulantes de glicose, insulina e IGF-1 não foram afetados pela nutrição materna ( $P > 0,05$ ), tal fato pode ser explicado pelo fato de que as vacas do grupo CS mobilizaram aminoácidos da carcaça para a produção de glicose (gliconeogênese), e por isso não houve diferença nesses parâmetros (Tabela 7).

As concentrações plasmáticas de ureia podem ser consideradas como valores elevados (CHAPA *et al.*, 2001; BUTLER *et al.*, 1996), mas são valores aceitáveis, considerando que toda a proteína da dieta foi exposta a proteólise durante o período de estocagem (BUENO *et al.*, 2020), e por isso cerca de 55% desta estava na forma de proteína solúvel (Tabela 2), sendo absorvida rapidamente pela parede ruminal e por consequência aumentando as concentrações plasmáticas. Ao avaliar os resultados obtidos de ureia plasmática antes da alimentação, percebe-se que o tratamento CS (42,3 mg/dL) teve concentração superior, quando comparado ao tratamento DDG (33,6 mg/dL) o que pode ser explicado pelo fato de que estes animais tiveram uma restrição proteica mais intensa e por isso precisaram de uma maior mobilização de tecidos corporais para suprir a demanda de aminoácidos e glicose exigida pelo feto (BELL *et al.*, 2005). Ocorreu mobilização de tecido muscular, o que provavelmente contribuiu para o aumento da concentração de grupos amina, proveniente de desaminação de aminoácidos para realização de gliconeogênese. Estes grupos amina, foram convertidos em ureia, pelo ciclo da ornitina, colaborando para as maiores concentração de ureia no plasma. O que pode ser comprovado com a maior perda de peso deste tratamento e pelas maiores concentrações de plasmáticas de ácidos graxos não esterificados e de beta-hidroxibutirato (Tabela 7), já que estes podem ser utilizados como indicadores do catabolismo das reservas corporais, que normalmente acontece quando os animais apresentam um balanço energético negativo (DRACKLEY e CARDOSO, 2014). Já que altas concentrações de NEFA indicam uma maior taxa de lipólise (TANNER *et al.*, 2020). A permanência de altas concentrações de NEFA e BHBA após o término da gestação, sobretudo no período de transição, pode trazer consequências, como por exemplo afetar negativamente o crescimento folicular e fertilidade das vacas (FERST, 2020).

Para estimar o nível de restrição em que os animais foram submetidos, foi calculado o percentual de quanto o consumo de nutrientes obtido representa em relação as exigências nutricionais para esta fase, considerando a média geral de ECC, peso inicial e peso de bezerro ao nascimento (VALADARES FILHO *et al.*, 2020b). Os consumos de matéria seca e proteína bruta obtidos foram cerca de 71,0 e 73,5% das exigências para o tratamento DDG e de 52,0 e 46,0% para o tratamento CS, respectivamente.

Apesar das vacas do tratamento CS terem maior mobilização de tecidos (ganho materno = -54,54 Kg), no tratamento DDG também houve mobilização de tecidos corporais (ganho materno = -21,55 Kg). Logo, fica evidente que ambos os grupos sofreram algum grau de restrição alimentar, porém o grupo DDG foi submetido a uma restrição alimentar menos severa, já que apresentaram menor perda de peso materno (em cerca de 60 %) e menores valores de NEFA (0,287 mmol/L), quando comparado a outra dieta (0,339 mmol/L). Provavelmente as

vacas alimentadas com a silagem que continha DDG conseguiram fornecer maior quantidade de substrato para a deposição de tecido muscular no feto durante a miogênese secundária. Já ambos os tratamentos receberam condições semelhantes no terço final da gestação, e o tratamento DDG teve bezerros com maior peso ao nascimento (Tabela 11).

Dentre os motivos para não se atingir as exigências nutricionais, pode-se considerar o consumo de MS, o qual foi aquém do esperado em ambos os tratamentos. Mesmo considerando que com o avançar da gestação, ocorra uma diminuição no consumo de nutrientes (MOREIRA, 2020). Esta redução no consumo, quando no final da gestação tem sido atribuída a compressão física feita no rúmen pelo útero, mas também pode ocorrer devido à fatores filológicos (GIONBELLI *et al.*, 2013; FISHER *et al.*, 1987; FORBES, 2007).

A diminuição do consumo resulta na necessidade de mobilização de tecidos para sustentar as demandas da gestação, resultando em perda de peso e ECC. Mediante o cenário de deficiência proteica, ocorre mobilização de proteínas dos tecidos maternos (especialmente músculo esquelético), como uma tentativa de fornecer precursores gliconeogênicos para produção de glicose necessária para apoiar o desenvolvimento fetal (COSTA *et al.*, 2022). No caso de animais em restrição durante o terço médio de gestação, tende a ocorrer um aumento nas concentrações plasmáticas de BHBA, bem como ocorre aumentos nas concentrações de NEFA e BHBA de animais que estejam mobilizando reservas corporais, como por exemplo vacas que estejam no terço final de gestação (MENESES *et al.*, 2022). Neste estudo, as concentrações plasmáticas de NEFA foram afetadas pela dieta das vacas, onde vacas DDG apresentaram menores concentrações de NEFA e BHBA, o que pode indicar uma menor taxa lipolítica do tecido adiposo quando comparadas às vacas do tratamento CS (TANNER *et al.*, 2020; LOPES *et al.*, 2016).

Ao avaliar a hemodinâmica uterina, as vacas alimentadas com a silagem CS tiveram maiores índices de pulsatilidade (IP), resistência (IR) e maior relação sístole/diástole (Tabela 8). Indicando que houve maior esforço por parte destes animais para tentar fazer fluir o sangue pelas artérias uterinas, esforço este comprovado pela maior pulsação da artéria uterina, maior resistência à passagem de sangue. A maior relação sístole/diástole significa uma alteração na contração do coração, com maior duração da fase de contração (sístole) em relação à fase de relaxamento (diástole), o que indica uma tentativa de compensar a menor vascularização uterina. Os resultados encontrados neste estudo se assemelham aos encontrados por Hernandez-Medrano *et al.*, (2015), onde vacas prenhes que passaram por restrição nutricional durante a gestação também apresentaram aumentos nos índices de pulsatilidade e de resistência.

Em relação ao efeito do sexo, estudos sugerem que há diferenças relacionadas ao crescimento e desenvolvimento fetal no que diz respeito ao dimorfismo sexual (Di RENZO *et al.*, 2007). Evidências sugerem que as respostas à programação fetal apresentam variações dependendo do sexo da progênie (GIONBELLI *et al.*, 2018; NASCIMENTO *et al.*, 2024). O que corrobora com a teoria de Trivers e Willard (1993), que postula que o investimento materno em mamíferos é maior para o sexo que promete maiores retornos marginais. Nos mamíferos, este investimento preferencial parece favorecer as fêmeas quando as mães enfrentam desafios nutricionais durante a gestação, dado o papel reprodutivo mais significativo que as fêmeas desempenham na perpetuação da espécie (ROSENFELD e ROBERTS, 2004; ITHURRALDE *et al.*, 2019).

Os níveis mais elevados de resistência encontrados para as fêmeas, associado a uma maior relação sístole/diástole, podem ser interpretados como uma “escolha” das matrizes em fazer maior esforço de vascularização para priorizar determinado sexo de progênie (fêmeas), mesmo em estado fisiológico desafiador diante da restrição alimentar (NASCIMENTO *et al.*, 2024). Esta afirmação pode ser apoiada pela maior ocorrência de natimortos, de mortalidade neonatal, bem como a maior frequência de nascimentos prematuros ocorrida em machos em comparação com fêmeas, quando avaliadas em estudos com humanos (ALUR, 2019).

Já com relação ao desempenho da progênie durante a fase cria, houve efeito significativo somente do sexo sobre os pesos da progênie nas idades de 60, 120 e 210 dias e sobre o ganho médio diário durante a fase de cria (Tabela 11). Resultados estes que já eram esperados, já que os machos em média possuem maior ganho médio diário e maior peso ao desmame, devido as diferenças hormonais, as quais tendem a aumentar com o avanço da idade dos animais (BAATAR e HWANG, 2020). Também houve uma tendência de maiores valores de peso ajustado aos 60 dias de vida e para GMD na fase de cria, em favor do tratamento da silagem com CS. Esse resultado é contrário a hipótese do trabalho e pode ser explicado pela maior produção de leite das vacas deste grupo (Tabela 10), ou pela teoria de que filhos de mães que sofreram restrição nutricional durante a gestação são mais eficientes na aquisição e no estoque de nutrientes (HALES e BARKER, 1991). Sendo já relatado que animais filhos de mães em restrição durante a gestação podem ter maior comprimento das vilosidades e da permeabilidade do intestino delgado (DUARTE *et al.*, 2013; ZHANG *et al.*, 2018).

De acordo com a teoria de Hales e Barker (2001), filhos de mães que sofreram restrição alimentar durante a gestação se tornam mais eficientes na aquisição e armazenamento de nutrientes (GREENWOOD *et al.*, 1998; SMITH *et al.*, 2018; GINANE *et al.*, 2015). Podendo

ainda apresentar hiperfagia, conforme demonstrado em estudo utilizando ovelhas em restrição nutricional de energia e proteína durante o início e meio da gestação (GEORGE *et al.*, 2012).

Uma outra explicação para não ter ocorrido diferenças nos pesos da progênie de vacas alimentadas com as duas rações ensiladas é a possibilidade da miogênese ter ocorrido de forma compensatória durante o terço final da gestação em fetos de vacas alimentadas com CS. Tal fato poderia ter ocorrido devido ao fato de que este grupo (CS) foi submetido as mesmas condições de alimentação que o grupo DDG (pasto diferido e suplemento proteico). Evidências de crescimento muscular fetal compensatório em vacas com restrição alimentar e posteriormente realimentadas já foram relatados (GONZALEZ *et al.*, 2013; GIONBELLI *et al.*, 2018).

Os efeitos mais visíveis de uma miogênese compensatória, é a ocorrência de alterações na trajetória e na velocidade de desenvolvimento do musculo esquelético durante a aplicação dos tratamentos, porém estes efeitos são marginais ao final da gestação (GIONBELLI *et al.*, 2018). E segundo estes autores, o resultado obtido é de desempenhos pós-natais semelhantes para a prole, apesar dos diferentes tratamentos nutricionais maternos.

Sabe-se que a necessidade de nutrientes ocorre de forma simultânea, seja eles para o metabolismo oxidativo ou para anabolismo fetal (BAUMAN, 1980). Logo há uma teoria de que a escassez de nutrientes durante fases específicas do desenvolvimento, pode levar a uma realocação dos nutrientes, favorecendo órgãos mais críticos, em detrimento de outros (HALES e BARKER, 2001).

Há relatos de maior ingestão e desempenho em descendentes de mães bem nutridas, além da eficiência alimentar para ganho ocorrer em padrões diferentes para machos e fêmeas, que uma evidência de que as respostas da programação fetal dependem do sexo (NASCIMENTO *et al.*, 2022). Os resultados obtidos com este estudo foram contrários aqueles encontrados por Nascimento *et al.* (2022), pois não houve diferenças no peso ao nascer e nem nos pesos para as idades analisadas. Ou seja, apesar da escassez de nutrientes promovida pelos tratamentos, o catabolismo das reservas maternas foi suficiente para suprir as demandas do feto, e conseqüentemente igualando o desempenho da progênie na fase de cria.

No pós-parto, a produção de leite foi maior para vacas que eram mães de bezerros machos (Tabela 10), fato este que foi semelhante ao encontrado por Galvão (2022), podendo ser explicado pelo fato de que os machos podem apresentar uma maior frequência de alimentação em relação as fêmeas (NASCIMENTO *et al.*, 2022), já que a frequência de ordenha estimula a produção de leite das vacas (SVENNERSTEN-SJAUNJA *et al.*, 2005). Potencializando assim as diferenças nos padrões de desenvolvimento entre macho e fêmeas,

sendo tais diferenças dependentes não só das diferenças hormonais entre sexos, mas também devido a diferença ocorrida na produção de leite.

## 5. CONCLUSÃO

As vacas alimentadas com a ração ensilada que tinha ureia na sua composição tiveram menor consumo e menor desempenho durante o terço médio da gestação. Diante da menor ingestão de nutrientes as vacas deste grupo tiveram uma maior mobilização de tecido muscular afim de suprir as exigências do feto, fato comprovados pelas maiores concentrações plasmáticas de ácidos graxos não esterificados e de beta-hidroxibutirato. Já o desempenho da progênie durante a fase de cria foi semelhante para ambas as rações, e houve efeito apenas o sexo da progênie, com os machos atingindo desempenho superior.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKAIKE, H.; "Information theory and an extension of the maximum likelihood principle", in Petrov, B. N.; Csáki, F. (eds.), 2nd **International Symposium on Information Theory**, Tsahkadsor, Armenia, USSR, September 2-8, 1971, Budapest: Akadémiai Kiadó, pp. 267–281. Republished in Kotz, S.; Johnson, N.L., eds.
- ALUR, P. Sex differences in nutrition, growth, and metabolism in preterm infants. **Frontiers in pediatrics**, v. 7, p. 22, 2019.
- BAATAR, D., HWANG, S. G. Effect of testosterone on the differentiation control of stromal vascular cells isolated from longissimus muscle of Hanwoo beef cattle. **Meat science**, 159, 107916, 2020.
- BARBOSA, A. M. **Período de coleta de urina e de fezes para avaliação da excreção de creatinina, produção microbiana e digestibilidade aparente dos nutrientes Nelore**. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 62. 2005.
- BARCELOS, S.D.S.; NASCIMENTO, K.B.; SILVA, T.E.D.; MEZZOMO, R.; ALVES, K.S.; DE SOUZA DUARTE, M.; GIONBELLI, M.P. The Effects of Prenatal Diet on Calf Performance and Perspectives for Fetal Programming Studies: A Meta-Analytical Investigation. **Animals**, 12, p.2145, 2022.
- BARROS, L.V.; SILVA, A.G.; BENEDETI, P.D.B. Avaliação do dióxido de titânio em amostras fecais. In: DETMANN, E.; SOUZA, M.A; VALADARES FILHO, S.C. et al. **Métodos para análises de alimentos**, Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, p.205-214, 2012.
- BAUMAN, D. E.; CURRIE, W. B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of dairy science**, v. 63, n. 9, p. 1514-1529, 1980.
- BELL, A.W.; FERRELL, C.L.; FREETLY, H.C. **Pregnancy and fetal metabolism**. In: Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism (ed. Dijkstra, J.; Forbes, J.; France, J.M.), p. 523–550. CABI Publishing, Wallingford, UK. 2005.
- BOLLWEIN, H.; BAUMGARTNER, U.; STOLLA, R. Transrectal Doppler sonography of uterine blood flow in cows during pregnancy. **Theriogenology**, v. 57, n. 8, p. 2053-2061, 2002.
- BUENO, A.V.I.; LAZZARI, G.; JOBIM, C.C.; DANIEL, J.L.P. Ensiling total mixed ration for ruminants: A review. **Agronomy**, v. 10, n. 6, p. 879, 2020.
- BUTLER, W. R.; CALAMAN, J. J.; BEAM, S. W. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. **Journal of animal science**, v. 74, n. 4, p. 858-865, 1996.
- CHAPA, A. M.; MCCORMICK, M. E.; FERNANDEZ, J. M.; FRENCH, D. D., WARD, J. D.; & BEATTY, J. F. Supplemental dietary protein for grazing dairy cows: reproduction, condition loss, plasma metabolites, and insulin. **Journal of dairy science**, v. 84, n. 4, p. 908-916, 2001.

COSTA, T. C.; LOURENÇO, P. E. C.; SOUZA, R. O.; LOPES, M. M.; ARAÚJO, R. D.; SANTOS, M. M.; ... GIONBELLI, M.P.; DUARTE, M. S. Ruminant undegradable protein enriched diet during late gestation of beef cows affects maternal metabolism and offspring's skeletal muscle development. **Animal Feed Science and Technology**, v. 291, p. 115400, 2022.

CUSHNAHAN, A.; MAYNE, C.S.; UNSWORTH, E.F. Effects of ensilage of grass on performance and nutrient utilization by dairy cattle 2. Nutrient metabolism and rumen fermentation. **Animal Science**, v. 60, n. 3, p. 347-359, 1995.

DANIEL, J. L. P.; BERNARDES, T. F.; JOBIM, C. C.; SCHMIDT, P.; NUSSIO, L. G. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass and forage Science**, v. 74, n. 2, p. 188-200, 2019.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, p. 980-984, 2010.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; PREDICTION OF THE ENERGY VALUE OF CATTLE DIETS BASED ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF FEEDS. In: Valadares Filho, S.C., Marcondes, M.I., Chizzotti, M.L., Paulino, P.V. (Eds.), Nutrient Requirements of Zebu Beef Cattle - BR-CORTE. **Suprema Gráfica e Editora**, Viçosa, p. 45-60, 2010.

DETMANN, E.; VALENTE, É.E.; BATISTA, E.D.; HUHTANEN, P. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, 162, 141-153, 2014.

DI RENZO, G. C.; ROSATI, A.; SARTI, R. D.; CRUCIANI, L.; CUTULI, A. M. Does fetal sex affect pregnancy outcome?. **Gender medicine**, v. 4, n. 1, p. 19-30, 2007.

DRACKLEY, J. K.; CARDOSO, F. C. Prepartum and postpartum nutritional management to optimize fertility in high-yielding dairy cows in confined TMR systems. **Animal**, v. 8, n. s1, p. 5-14, 2014.

DU, M.; TONG, J.; ZHAO, J.; UNDERWOOD, K.R.; ZHU, M.; FORD, S.P.; NATHANIELSZ, P.W. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. **Journal of Animal Science**, v. 88, p.51–60, 2010a.

DUARTE, M. S.; DUARTE, M. S.; GIONBELLI, M. P.; PAULINO, P. V. R.; SERÃO, N. V. L.; NASCIMENTO, C. S.; BOTELHO, M. E.; ET AL. Maternal overnutrition enhances mRNA expression of adipogenic markers and collagen deposition in skeletal muscle of beef cattle fetuses. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 9, p. 3846-3854, 2014.

FERREIRA, M. D. A.; VALADARES FILHO, S. D. C.; MARCONDES, M. I.; PAIXÃO, M. L.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1568-1573, 2009.

FERST, J. G. **Ácidos graxos não esterificados (NEFAs) e beta-hidroxibutirato (BHBA) na regulação da foliculogênese e epigenética das células endometriais**. Tese de Doutorado (Pós-graduação em Medicina Veterinária). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, p. 139, 2020.

FISHER, D. S.; BURNS, J. C.; POND, K. R. Modeling ad libitum dry matter intake by ruminants as regulated by distension and chemostatic feedbacks. **Journal of Theoretical Biology**, v. 126, n. 4, p. 407-418, 1987.

FORBES, J. M. A model of the short-term control of feeding in the ruminant: effects of changing animal or feed characteristics. **Appetite**, v. 1, n. 1, p. 21-41, 1980.

GALVÃO M.C. **Effects of crude protein supplementation during beef cow's mid-gestation on the cows performance, milk production and metabolism**. Tese (Doutorado em zootecnia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, p.104. 2022.

GALYEAN, M.; TEDESCHI, L. Predicting microbial protein synthesis in beef cattle: relationship to intakes of total digestible nutrients and crude protein. **Journal of Animal Science**. 92, 5099-5111, 2014.

GEORGE, L.A.; ZHANG, L.; TUERSUNJIANG, N., MA, Y.; LONG, N.M.; UTHLAUT, A.B.; SMITH, D.T.; NATHANIELSZ, P.W.; FORD, S. P. Early maternal undernutrition programs increased feed intake, altered glucose metabolism and insulin secretion, and liver function in aged female offspring. **Am. J. Physiol. Regul. Integr., Comp. Physiol.** v. 302, p. R795-R804, 2012.

GERON, L. J. V.; COSTA, F. G.; SANTOS, R. H. E.; GARCIA, J.; TRARUTMANN-MACHADO, R. J.; DA SILVA, M. I. L.; SILVA, D. A. Balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com rações contendo diferentes teores de concentrado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1609-1622, 2015.

GIONBELLI, M. P. **Nutrient requirements and quantitative aspects of growth, development and digestion of pregnant and non-pregnant Nellore cows**. Tese (Doutorado em Zootecnia) da Universidade Federal de Viçosa p. 215. 2013.

GINANE, C.; BONNET, M.; BAUMONT, R.; REVELL, D.K. Feeding behaviour in ruminants: A consequence of interactions between a reward system and the regulation of metabolic homeostasis. **Animal Production Science**, v. 55, n. 3, p. 247-260, 2015.

GIONBELLI, M. P.; DUARTE, M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; CHIZZOTTI, M. L.; RODRIGUES, F. C.; MACHADO, M. G. Achieving body weight adjustments for feeding status and pregnant or non-pregnant condition in beef cows. **PLoS One**, v. 10, n. 3, p. e0112111, 2015.

GIONBELLI M.P.; VALADARES FILHO S.C.; DUARTE M.S. Exigências nutricionais para vacas de corte vazias e gestantes. *In*: VALADARES FILHO S.C., COSTA E SILVA L.F., GIONBELLI M.P., ROTTA P.P., MARCONDESM.I., CHIZZOTTI M.L., PRADOS L.F. **BR - Corte: tabela brasileira de exigências nutricionais**. Viçosa: Editora UFV, p. 259-282, 2016.

GIONBELLI, T. R. S.; VELOSO, C. M.; ROTTA, P. P.; VALADARES FILHO, S. C. C.; CARVALHO, B.; MARCONDES, M. I.; GIONBELLI, M. P. Foetal development of skeletal muscle in bovines as a function of maternal nutrition, foetal sex and gestational age. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 102, n. 2, p. 545-556, 2018.

GIONBELLI, M. P.; DUARTE, M. S.; VALADARES FILHO, S. C. C., GIONBELLI, T. R. S., RAMIREZ-ZAMUDIO, G. D.; SILVA, L. H. P.; COSTA, T. C. Effect of pregnancy and feeding

level on voluntary intake, digestion, and microbial nitrogen synthesis in Zebu beef cows. **Tropical Animal Health and Production**, v. 56, n. 1, p. 41, 2024.

GONÇALVES L. C.; BORGES, I.; DIAS, P. S. F. Alimentos para gado de leite / Editores: Lúcio Carlos Gonçalves, Iran Borges, Pedro Dias Sales Ferreira. – Belo Horizonte: FEPMVZ, p. 568. 2009. Disponível em: <<https://crmvmg.gov.br/livros/livro2.pdf#page=34>>.

GONZALEZ, J. M.; CAMACHO, L. E.; EBARB, S. M.; SWANSON, K. C.; VONNAHME, K. A.; STELZLENI, A. M.; JOHNSON, S. E. Realimentation of nutrient restricted pregnant beef cows supports compensatory fetal muscle growth. **Journal of animal science**, v. 91, n. 10, p. 4797-4806, 2013.

GREENWOOD, P.L.; HUNT, A.S.; HERMANSON, J.W.; BELL, A.W. Effects of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep: I. Body growth and composition, and some aspects of energetic efficiency. **Journal of animal science**, v. 76, n. 9, p. 2354-2367, 1998.

HALES, C. N.; BARKER, D. J.; CLARK, P. M.; COX, L. J.; FALL, C.; OSMOND, C.; WINTER, P. D. Fetal and infant growth and impaired glucose tolerance at age 64. **BMJ: British Medical Journal**, v. 303, n. 6809, p. 1019, 1991.

HALES, C. N.; BARKER D. J. The thrifty phenotype hypothesis: Type 2 diabetes. **British Medical Bulletin**. v. 60, n. 1, p. 5-20, 2001.

HERNANDEZ-MEDRANO, J.H.; COPPING, K.J.; HOARE, A.; WAPANAAAR, W.; GRIVELL, R.; KUCHEL, T.; MIGUEL-PACHECO, G.; MCMILLEN, I.C.; RODGERS, R.J.; PERRY, V.E. Gestational dietary protein is associated with sex specific decrease in blood flow, fetal heart growth and post-natal blood pressure of progeny. **PLoS One**, 10, 125694, 2015.

HUHTANEN, P.; KHALILI, H.; NOUSIAINEN, J.I.; RINNE, M.; JAAKKOLA, S.; HEIKKILÄ, T.; NOUSIAINEN, J. Prediction of the relative intake potential of grass silage by dairy cows. **Livestock Production Science**, v. 73, n. 2-3, p. 111-130, 2002.

ITHURRALDE, J.; PÉREZ-CLARIGET, R.; CORRALES, F., FILA, D.; LÓPEZ-PÉREZ, Á.; DE JESÚS MARICHAL, M.; BIELLI, A. Sex-dependent effects of maternal undernutrition on growth performance, carcass characteristics and meat quality of lambs. **Livestock science**, v. 221, p. 105-114, 2019.

KUNG JR, L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 4020-4033, 2018.

LAZZARI, G.; POPPI, A.C.; MACHADO, J.; BUENO, A.V.; GOMES, A.L.; JOBIM, C.C.; DANIEL, J.L. Effects of protein source and lipid supplementation on conservation and feed value of total mixed ration silages for finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 99, n. 2, p. 1-13, 2021.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal feed science and technology**, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

LOPES, S.A.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; RENNÓ, L. N.; VALENTE, É. E. L.; CABRAL, C. H. A.; DE CARVALHO, V. V.; DA COSTA LIMA, J. A.; MANSO, M. R.;

BONFÁ, H.C. Evaluation of grazing beef cows receiving supplements with different protein contents. *Semina: Ciências Agrárias* v. 37, p. 3361-3372., 2016.

MERTENS, D. R.; COLLABORATORS: Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC international*, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.

MENESES, J.A.M; NASCIMENTO, K. B.; GALVÃO, M.C.; RAMÍREZ-ZAMUDIO, G.D.; GIONBELLI, T. R. S.; LADEIRA, M. M; DUARTE, M. S.; CASAGRANDE, D. R.; GIONBELLI, M. P. Protein supplementation during mid-gestation alters the amino acid patterns, hepatic metabolism, and maternal skeletal muscle turnover of pregnant zebu beef cows. *Animals*, 12, 3567, 2022.

MOREIRA, G. M. **Effects of pregnancy on quantitative aspects of nutrition, physiology and metabolism of beef heifers.** Tese (Doutorado em zootecnia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, p. 92. 2020.

MOREIRA, G. M.; AGUIAR, G. L.; MENESES, J. A. M.; LUZ, M. H.; MONTEIRO, M. G. B. B.; LARA, L.; LADEIRA, M. M.; SOUZA, J. C.; DUARTE, M. S.; GIONBELLI, M. P. The course of pregnancy changes general metabolism and affects ruminal epithelium activity pattern in Zebu beef heifers. *Livestock Science*, v. 248, p. 104496, 2021.

NASCIMENTO, K.B. **Effects Of Crude Protein Supplementation During Beef Cows Mid-Gestation On The Offspring Performance, Physiology And Metabolism.** Tese (Doutorado em zootecnia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, p.104. 2021.

NASCIMENTO, K. B.; GALVÃO, M. C.; MENESES, J. A. M.; MOREIRA, G. M.; RAMÍREZ-ZAMUDIO, G. D.; SOUZA, S. P. D.; PREZOTTO L. D.; CHALFUN L. H. L.; DUARTE M. S.; CASAGRANDE D. R.; GIONBELLI, M. P. 2022. Effects of Maternal Protein Supplementation at Mid-Gestation of Cows on Intake, Digestibility, and Feeding Behavior of the Offspring. *Animals*, v. 12, n. 20, p. 2865, 2022.

NASCIMENTO, K. B.; GALVÃO, M. C.; MENESES, J. A.; RAMÍREZ-ZAMUDIO, G. D.; PEREIRA, D. G.; PAULINO, P. V.; GIONBELLI, M. P. Maternal protein supplementation during mid-gestation improves offspring performance and metabolism in beef cows. *Journal of animal science*, v. 102, p. 058, 2024.

NICOLSON, M.; BUTTEROWRTH, M. A guide to condition scoring of zebu cattle. *International center for Africa, Addis Ababa*, Ethiopia. 1986.

PAIXÃO, M. L.; VALADARES FILHO, S. D. C.; LEÃO, M. I., CECON, P. R.; MARCONDES, M. I.; SILVA, P. A.; ... & SOUZA, M. G. D. Variação diária na excreção de indicadores interno (FDAi) e externo (Cr2O3), digestibilidade e parâmetros ruminais em bovinos alimentados com dietas contendo uréia ou farelo de soja. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, p. 739-747, 2007.

R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2023. <<https://www.R-project.org/>>.

RIBEIRO, R. C. O.; VILLELA, S. D. J.; VALADARES FILHO, S. C.; SANTOS, S. A.; RIBEIRO, K. G.; DETMANN, E.; MARTINS, P. G. M. A. Effects of roughage sources

produced in a tropical environment on forage intake, and ruminal and microbial parameters. **Journal of Animal Science**, v. 93, n. 5, p. 2363-2374, 2015.

RICHARDS, M. W.; SPITZER, J. C.; WARNER, M. B. Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 62, n. 2, p. 300-306, 1986.

ROOK, A.J.; GILL, M. Prediction of the voluntary intake of grass silages by beef cattle. 1. Linear regression analyses. **Animal Science**, v. 50, n. 3, p. 425-438, 1990.

ROSENFELD, C. S.; . ROBERTS, R. M. Maternal diet and other factors affecting offspring sex ratio: a review. **Biology of reproduction**, v. 71, n. 4, p. 1063-1070, 2004.

SMITH, A.M.; PANKEY, C.L.; ODHIAMBO, J.F.; GHNENIS, A.B.; NATHANIELSZ, P.W.; FORD, S.P. Rapid Communication: Reduced maternal nutrition during early-to mid-gestation elevates newborn lamb plasma cortisol concentrations and eliminates the neonatal leptin surge. **Journal of animal science**, v. 96, n. 7, p. 2640-2645, 2018.

SUGIURA, N. "Further analysis of the data by Akaike's information criterion and the finite corrections", *Communications in Statistics - Theory and Methods*, v. 7: p. 13–26, 1978.

SVENNERSTEN-SJAUNJA, K.; OLSSON, K. Endocrinology of milk production. **Domestic Animal Endocrinology**, v.29, p.241-258, 2005

TANNER, A. R.; BAUER, M. L.; KENNEDY, V. C.; KEOMANIVONG, F. E.; KIRSCH, J. D.; REYNOLDS, L. P.; SWANSON, K. C. Influence of corn supplementation to beef cows during mid-to late-gestation: Maternal feed intake, body condition, plasma metabolites, and calf growth. **Livestock Science**, v. 240, p. 104142, 2020.

THOMAS, P.; PEABODY, J.; TURNIER, V.; CLARK, R. H. A new look at intrauterine growth and the impact of race, altitude, and gender. **Pediatrics**, v. 106, n. 2, p. e21-e21, 2000.

TRIVERS, R.L.; WILLARD, D.E. Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring. **Science**, 179, 90-92, 1973.

VALADARES FILHO S. C; LOPES, S. A; CHIZZOTTI, M. L. *et al.* **BR-CORTE 4.0**. Formulação de dietas, predição de desempenho e análise econômica de zebuínos puros e cruzados. 2020. Disponível em: <[www.brcorte.com.br](http://www.brcorte.com.br)>. Acesso em: 09 de ago. de 2021.a

VALADARES FILHO, S. C.; LOPES, S. A.; CHIZZOTTI, M. L. *et al.* **BR-Corte 5.0**. Formulação de dietas, predição de desempenho e análise econômica de zebuínos puros e cruzados. 2020. Disponível em: <[www.brcorte.com.br](http://www.brcorte.com.br)>. Acesso em: 09 de nov. de 2023.b

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. Analysis of forages and fibrous foods. (**Cornell University Press**: Ithaca, NY). 1985.

ZHANG, H.; DONG, L.; WANG, M.; YU, L., WANG, H.; Effects of dietary L-arginine and N-carbamylglutamate supplementation on intestinal integrity, immune function and oxidative status in intrauterine growth retarded suckling lambs. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 66, p.4145-4154, 2018.