



**GIANCARLO PEREIRA SILVA**

**EFEITOS DO PROCESSAMENTO DE MILHO E FONTE DE  
UREIA SOB O CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E  
PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE NOVILHAS NELORE**

**LAVRAS - MG**

**2023**

**GIANCARLO PEREIRA SILVA**

**EFEITOS DO PROCESSAMENTO DE MILHO E FONTE DE  
UREIA SOB O CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E  
PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE NOVILHAS NELORE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte das  
exigências do Curso de Zootecnia, para a  
obtenção do título de Bacharel.

Orientador

Prof. Dr. Erick Darlisson Batista

**LAVRAS – MG**

**2023**

*Por Deus e Nossa senhora que me  
abençoaram por toda a minha caminhada...*

*Pela minha mãe Maria Helena e meu pai  
José Clélio por todo amor e carinho...*

*Pela minha irmã Eliandra por todo apoio e  
companheirismo...*

*Pelos meus tios e tias que sempre se fizeram  
presentes...*

*Eu dedico*

## AGRADECIMENTOS

*Primeiramente quero agradecer a Deus e Nossa senhora por guiar os meus passos e me conceder o dom da vida, permitindo que eu conquistasse os meus sonhos!*

*Aos meus pais Maria Helena e José Clélio, por todo amor e carinho concedido a mim durante minha criação.*

*A minha irmã Eliandra, um exemplo de dedicação, persistência e sucesso, a qual eu sempre me espelhei.*

*Meus tios João Batista Rezende, Maria Madalena, Ubaldina, Elaine, João Batista Pereira, Luís e Sônia, por acreditarem no meu potencial e me apoiar em todas as minhas decisões.*

*Aos meus primos Luis Otávio, Júlia, Ursula, Marcos, Pedro, Matheus, Renan e Guilherme por todo companheirismo e amizade durante todos esses anos!*

*A Universidade Federal de Lavras e todos os professores que fizeram parte do meu desenvolvimento!*

*Ao núcleo de estudos em pecuária de corte – NEPEC, pelas oportunidades, conhecimentos e amizades feitas ao longo dos anos*

*Ao Setor de Gado de Corte e todos professores envolvidos, Dr. Erik Darlison Batista, Dr. Mateus Pies Gionbelli, Dr. Daniel Rume Casagrande e Dr. Priscilla Dutra Teixeira, por todos os ensinamentos e confiança a mim concedidos.*

*Aos meus amigos de infância Daniel, Willian e Milton, que me apoiaram e contribuíram para o meu crescimento e que apesar da distância sempre se fizeram presentes!*

*Aos meus amigos Aurélio, Lorena, Igor, Júlia Mara, Luana Ruiz, José Maria, Gustavo Carvalho, João Lucas, Marina, Dalisson, Enrico, Victor Hugo, Peterson e Clayton, por me mostrar que o bom humor torna as coisas mais simples e leves.*

*As minhas irmãs da Dinamarca, Maria Eduarda Subutzki e Ana Beatriz Rocha de Lima, que me acompanharam durante a minha jornada pela Europa.*

*Eu serei eternamente grato a cada um de vocês que fizeram parte da minha história durante a graduação!*

## RESUMO

Objetivou-se através deste experimento avaliar os efeitos de duas fontes de ureia (ureia convencional (UC) e ureia de liberação pós-rúmen (ULP)) e suas interações com os métodos de processamentos de milho (milho moído (MM) e milho reidratado (MR)) em função da digestibilidade e parâmetros sanguíneos de novilhas Nelore confinadas. Foram utilizados 8 animais canulados no rúmen, com peso médio vivo inicial de  $274 \pm 25,5$  kg, distribuídos aleatoriamente em um delineamento quadrado latino  $4 \times 4$  em um esquema fatorial  $2 \times 2$ . Totalizando 4 tratamentos: 1) UC + MM; 2) UC + MR; 3) ULP + MM; 4) ULP + MR. O período experimental foi de 104 dias, sendo que cada período teve duração de 26 dias, com 14 dias de adaptação à dieta e 12 dias para coleta de amostras, totalizando quatro períodos. No início de cada período e ao final do estudo, as novilhas foram pesadas. O produto comercial de ULP (N4C4®, Nutreco) foi suplementado a 1,35% da matéria seca nas dietas. Os tratamentos não diferiram entre si quanto à digestibilidade e consumo, em razão dos métodos de processamento e as fontes de ureia ( $P > 0,10$ ). No entanto os animais alimentados com milho reidratado e ensilado apresentaram maior digestibilidade da matéria seca ( $P < 0,03$ ) e matéria orgânica ( $P < 0,02$ ). Quanto aos parâmetros sanguíneos, os valores de ureia mg/dL foram influenciados pelos métodos de processamento em interação com as fontes de ureia ( $P < 0,05$ ), assim como as concentrações de AST/GOT ( $P = 0,05$ ), com tendências de aumento nos níveis de globulina g/dL. Também foram observadas variações nos valores de IGF-1 ( $P = 0,05$ ), glicose mg/dL ( $P < 0,03$ ), creatina mg/dL ( $P < 0,04$ ) e ureia mg/dL ( $P = 0,05$ ) em razão da fonte de ureia utilizada, com tendência de aumento nas concentrações de AST/GOT, U/L ( $P > 0,08$ ). Do mesmo modo os métodos de processamento apresentaram uma influência sobre as variáveis de glicose mg/dL ( $P < 0,01$ ) juntamente a interação do tratamento com o tempo ( $P < 0,01$ ).

Palavras chave: Amido, Metabólitos Sanguíneos, Reciclagem de Nitrogênio, PDR, PNDR.

## **LISTA DE TABELAS**

**Tabela 1.** Análise dos ingredientes, composição química e tamanho de partícula das dietas experimentais.

**Tabela 2.** Efeitos dos métodos de processamento do milho (MPM) e fontes de ureia (FU), e suas interações na digestibilidade e consumo de MS de novilhas Nelores.

**Tabela 3.** Efeitos dos métodos de processamento do milho (MPM) e fontes de ureia (FU), e suas interações com os hormônios do sangue e metabólitos de novilhas Nelores.

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	9
<b>2.1 Tipos de processamento dos grãos</b> .....	9
<b>2.3 Impactos do processamento sobre digestibilidade do amido, eficiência energética e desempenho em bovinos confinados</b> .....	11
<b>2.4 Utilização de nitrogênio não proteico na alimentação de bovinos de corte confinados</b> .....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	13
<b>3.1 Animais, desenho experimental e tratamentos</b> .....	13
<b>3.2 Procedimentos de amostragem</b> .....	15
a) <b>Digestibilidade total aparente</b> .....	15
b) <b>Metabólitos sanguíneos</b> .....	16
<b>3.3 Análises laboratoriais</b> .....	16
<b>3.4 Análise estatística</b> .....	17
4. RESULTADOS .....	18
4. DISCUSSÃO .....	20
5. CONCLUSÃO .....	21
A ureia de liberação pós-rúmen aumentou os níveis de ureia encontrados no plasma, IGF- I e Creatinina, o que pode significar uma maior eficiência na utilização do N pelo animal, resultando em maior desempenho. Apoiada pelo método de processamento de milho reconstituído e ensilado, que aumentou a digestibilidade total do trato gastrointestinal para MS e MO, assim como os níveis de glicose plasmática, sugerindo uma maior eficiência na utilização do amido. ....	
6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	21

## 1. INTRODUÇÃO

Na pecuária de corte brasileira o uso de concentrados em confinamentos tem sofrido alterações, havendo um acréscimo quanto a sua proporção na dieta dos animais. Segundo Silvestre e Millen (2021) essas dietas comumente possuem de 71 a 90% de inclusão de concentrado em sua composição, sendo o milho o grão de cereal mais utilizado.

No Brasil, a produção predominante é a do milho tipo duro (Flint), que possui menor taxa e digestão do amido em relação a outros grãos de milho como o farináceo. Essa menor digestão está associada a maior proporção do endosperma vítreo (PHILIPPEAU et al., 1999), digestibilidade onde os grânulos de amido são armazenados de forma compacta e revestidos por densa matriz proteica rica em zeína, que limita a digestão do amido (HOSENEY et al., 1974).

A matriz proteica por sua vez é constituída por corpos proteicos, formados em grande parte por prolaminas, sendo elas hidrofóbicas, portanto, insolúveis em solventes normais para o ambiente ruminal (LAWTON, 2002). Potencialmente, a digestão do amido requer primeiramente bactérias do rúmen para degradar as prolaminas, via proteólise antes da atividade amilolítica (COTTA, 1988). Sendo assim a proteólise das prolaminas é, portanto, um passo limitante na taxa de digestão do amido.

Neste contexto a ensilagem de grão úmido ou re-hidratado pode ser alternativa para aumentar a digestibilidade do amido, considerando que os ácidos provenientes da fermentação ou o processo de proteólise podem degradar as prolaminas durante o processo de ensilagem (BARON et al., 1986).

No entanto, a moagem fina é o método de processamento mais empregado nos confinamentos brasileiros (SILVESTRE; MILLEN, 2021), devido ao menor custo e praticidade. Porém em comparação com métodos úmidos como a ensilagem de material colhido precocemente e a silagem de grão de milho reconstituído e ensilado, apresenta menores valores de digestibilidade do amido (HUNTINGTON, 1997).

Deste modo, temos que o processamento dos grãos aumenta a degradação ruminal do amido e altera o sítio de digestão conforme os tipos de processamento (MOURÃO R. C. et al., 2012). Porém todos os alimentos são fermentados no rúmen antes da digestão gástrica e



intestinal, dessa forma estabelecer as condições nas quais a fermentação ruminal será otimizada exige um conhecimento das exigências nutricionais da população microbiana. Sendo os principais nutrientes exigidos os carboidratos e as proteínas.

Dentre os nutrientes, a proteína é o componente que mais onera a dieta, sendo no Brasil o farelo de soja a fonte mais utilizada por possuir um bom teor proteico de alto valor biológico (SILVESTRE; MILLEN, 2021). Porém, devido aos altos custos deste insumo, a busca por substitutos que possam minimizar estes custos passa a ser uma alternativa de suma importância na busca pela eficiência do sistema, tendo como opção para redução de custos de produção o uso nitrogênio não proteico.

A ureia é a principal fonte de nitrogênio não proteico utilizada na alimentação de ruminantes por proporcionar nitrogênio solúvel para promover o crescimento microbiano, aumentando assim o fornecimento de proteína microbiana intestinal e aminoácidos para o animal (PEREIRA et al., 2008; SANTIAGO; ARALD, 2020). Entretanto, a principal desvantagem da ureia, como fonte de nitrogênio não proteico, se dá devido a sua rápida hidrólise, podendo haver produção excessiva de amônia e retenção de nitrogênio ineficiente ao rúmen (DA SILVA DIAS E SPERS, 2022).

Uma solução alternativa para esse problema seria a utilização da ureia de liberação pós-rúmen que teoricamente ofereceria vantagens por aumentar a disponibilidade da amônia na síntese microbiana e reduzir sua toxidez (BARTLEY; DEYOE, 1975). Além de apresentar uma velocidade hidrólise mais próxima a digestão dos carboidratos (PINOS-RODRÍGUEZ et al., 2010).

Sendo assim a hipótese do presente trabalho parte do princípio da utilização de nitrogênio não proteico (NNP) se tornar mais eficiente quando se utiliza uma fonte disponível pós-ruminal, apoiada pelo fornecimento adicional de energia metabolizável em função do método de processamento empregado no grão de milho, resultando em maior eficiência de utilização de nitrogênio (reciclagem), parâmetros ruminais mais estáveis, promovendo melhores resultados no desempenho dos animais.

Diante disso, o objetivo do presente trabalho é avaliar o efeito de duas fontes de nitrogênio não proteico em função dos métodos de processamento do grão de milho sobre consumo, digestibilidade e parâmetros sanguíneos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Tipos de processamento dos grãos

O milho é um cereal energético, que contém em sua composição de 70 a 80% de amido com base na matéria seca (ROSTAGNO et al., 2000), no entanto parte desse amido não sofre o processo de degradação no rúmen, sendo perdido nas fezes sem sofrer os efeitos da digestão. Isso se deve ao fato das características físicas e químicas do milho que dificultam esse processo.

Podemos verificar após um corte longitudinal do grão de milho, que ele é dividido em quatro partes: pericarpo, que é a camada fibrosa externa dos grãos; endosperma, no qual representa 82% do cereal e armazenando 98% do amido presente no grão, além de possuir também proteínas de reservas do tipo prolaminas, chamadas zeínas (PAES, 2008); gérmen, que representa a parte vegetativa do grão, constituída principalmente por lipídeos e proteínas (HENRIQUE; BOSE, 1995) e a ponta composta essencialmente de material lignocelulósico.

O amido por sua vez é composto por dois tipos de polímero de glicose, a amilose e a amilopectina (FRENCH, 1973). A amilose é um polímero linear com ligações glicosídicas  $\alpha - 1,4$  entre as moléculas de glicose (LEHNINGER, 1998), enquanto que a amilopectina é um polímero mais longo e altamente ramificado com ligações  $\alpha - 1,4$  e  $\alpha - 1,6$  no ponto de ramificação a cada 20-25 moléculas de glicose (ROONEY; PFLUGFELDER, 1986). As moléculas de amilose e amilopectina representam de 98% a 99% de um grânulo de amido (TESTER; KARKALAS; QI, 2004).

Os grânulos de amido são armazenados no endosperma, sendo este dividido em duas partes semelhantes no que diz respeito a proteína e amido, porém completamente distintos quanto a estrutura física, podendo ser caracterizados como vítreo ou farináceo (PAES, 2008).

De acordo com Paes (2008), no endosperma farináceo, não há a presença da matriz proteica circundando os grânulos de amido, e as estruturas são arredondadas e dispersas, resultando em espaços vagos durante o processo de secagem do grão, a partir dos espaços que antes eram ocupados pela água. Já no endosperma vítreo, há a presença da matriz proteica densa, com corpos proteicos bem formados envoltos nos grânulos de amido, não havendo espaços entre as estruturas (DENARDIN; SILVA, 2009). Estes corpos proteicos são formados em grande parte por prolaminas, que promovem a ligação entre o amido e a matriz do

endosperma, impedindo a penetração de enzimas amilolíticas (MCALLISTER et al., 1990), e consequentemente reduzindo a digestão do amido.

Então várias formas de processamento do grão vêm sendo estudadas visando à disponibilidade da molécula de amido, aumentando a energia para o animal, uma vez que aumenta o acesso dos microrganismos aos grânulos de amido pela eliminação das barreiras primárias, como o pericarpo, e diminuição da influência da matriz proteica (PHILIPPEAU ET AL, 1999.; CORREA et al, 2002). Sendo assim a adoção de práticas de processamento pode vir a ser uma solução.

De modo geral, o processamento dos grãos visa a melhoria da digestibilidade, detoxificar e aumentar o tempo de conservação (POND et al., 1995). Dentre principais métodos utilizados no processamento do grão, incluem os tratamentos físicos e químicos (HALE, 1973).

Segundo Hale (1973), no tratamento físico, o objetivo primário é reduzir o tamanho da partícula por força de impacto, compressão, corte ou atrito, aumentando a superfície de contato sem alterar as propriedades químicas. Os principais exemplos de tratamento físico são quebra, moagem e laminação. Já os tratamentos físico-químicos que envolvem a aplicação de calor e/ou vapor como floculação e extrusão promovem a gelatinização do amido, que consiste na ruptura das pontes de hidrogênio intermoleculares e consequente mudança na estrutura nativa da molécula de amido.

No Brasil o método predominante é a moagem fina do grão de milho (SILVESTRE; MILLEN, 2021), do ponto de vista nutricional pode-se considerar que quanto menor a partículas maior o contato com os microrganismos ruminais e enzimas digestivas, favorecendo a digestão e a absorção (MOURÃO et al. 2012). No entanto este tipo de processamento apresenta valores de digestibilidade menores do que a floculação e que o material colhido precocemente e ensilado (HUNTINGTON, 1997). Segundo Mourão et al., (2012) parte dessa maior digestibilidade conferida ao material colhido precocemente e ensilado se deve a fermentação, que resulta em uma maior solubilização e digestibilidade dos nutrientes além do amido. Deste modo surgiram outras formas de processamento com o mesmo princípio, como a ensilagem de grãos de milho moídos constituídos, que além de possuir a quebra dos grãos também utiliza da fermentação para proporcionar uma maior disposição de amido (REZENDE et al., 2014). Durante o processo de fermentação da silagem ocorre proteólise, degradando a matriz proteica que envolve o grânulo de amido, aumentando a superfície de contato de ação da microbiota ruminal (JUNGES et al., 2017).

### **2.3 Impactos do processamento sobre digestibilidade do amido, eficiência energética e desempenho em bovinos confinados**

De acordo com Mourão et al., (2012) a maioria dos estudos com diferentes formas de processamento dos grãos indicam que, quanto maior eficiência na moagem, melhores serão os resultados apresentados em razão da degradabilidade ruminal. Isso ocorre devido à redução no tamanho da partícula, que resulta em uma maior área de contato para ação enzimática dos microrganismos ruminais. Segundo Theurer (1986) a união da moagem com a adição de vapor, resultaria em uma maior eficiência da digestão pelos ruminantes, porém na ausência de um método de processamento com aumento de umidade em condições de temperatura e pressão elevadas, a umidificação do alimento processado fisicamente pode se tornar uma alternativa para favorecer a fermentação ruminal (MOURÃO et al., 2012), podendo alterar o sítio de digestão do amido entre os tipos de processamentos (HUNTINGTON, 2006).

No entanto há uma divergência entre os pesquisadores sobre o local de digestão mais eficiente para o amido. De acordo Owens et al., (1986) a alteração do sítio de digestão do amido, do rúmen para o intestino, pode ser uma vantagem, visto que em função das perdas energéticas no rúmen, a digestão intestinal é cerca de 42% mais eficiente.

Porém, acredita-se que a utilização da energia dietética proveniente do amido é potencialmente limitada no trato gastrointestinal de bovinos, na qual pode ser devido a atividade limitada ação da  $\alpha$ -amilase pancreática, taxa de passagem ou tamanho e forma físico-química da partícula que chega no intestino (OWENS et al., 1986).

NASEM (2016) relata que grãos secos laminados têm uma energia líquida de ganho de 1,49Mcal/kg, enquanto grãos ensilados e floculados possuem 1,56Mcal/kg e 1,67Mcal/kg, respectivamente, o que sugere que o processamento do milho aumenta a energia líquida que é disponível para o animal, que é retida em forma de produto. Nesse sentido, além de melhorar o desempenho dos animais, melhora também a eficiência alimentar, aumentando o consumo de MS pelos animais, proporcionando maiores rendimentos de carcaça e ganho de corpo vazio através da utilização de elevado teor de concentrado (MARCONDES, I. M. et al., 2011). Sendo assim a melhor eficiência alimentar de um lote de confinamento reflete diretamente no custo da arroba produzida, devido a influência no consumo.

## **2.4 Utilização de nitrogênio não proteico na alimentação de bovinos de corte confinados**

As dietas utilizadas nos confinamentos brasileiros têm sofrido mudanças com aumento na proporção de concentrado na sua composição, dentre os nutrientes, a proteína é a que mais onera o custo por quilo, sendo no Brasil o farelo de soja a fonte mais utilizada (SILVESTRE; MILLEN, 2021) por possuir um bom valor proteico e alto valor biológico. No entanto devido a presença de microrganismos no rúmen, o alimento sofre ação das enzimas (proteases, peptidases e deaminases) para a quebra das proteínas em aminoácidos, peptídeos e amônia. (KOZLOSKI, 2009).

Deste modo, grande parte dos aminoácidos absorvidos pelos ruminantes são provenientes da proteína microbiana que é sintetizada no rúmen, de forma que as exigências dietéticas de proteína metabolizável são atendidas mediante a combinação da absorção intestinal dos aminoácidos oriundos da proteína microbiana e da proteína dietética não degradada no rúmen (KOZLOSKI, 2009). Dispondo a proteína microbiana de um alto valor biológico, tem-se buscado como objetivo na nutrição de ruminantes, maximizar o fluxo desta para o intestino.

Devido a vantagem da capacidade dos ruminantes de efetuar a conversão de compostos não nitrogenados de baixo valor biológico, em proteína microbiana de alto valor biológico, muitos pecuaristas optaram pelo uso de fontes mais comuns de nitrogênio não protéico (NNP), como a ureia, na alimentação animal como alternativa para redução de custos (SANTIAGO et al., 2015).

A ureia por sua vez é um suplemento de origem sintética muito utilizado na pecuária, por ser uma excelente fonte de NNP, proporcionando N solúvel para promover o crescimento microbiano, aumentando assim o fornecimento de proteína microbiana intestinal e aminoácidos para o animal (DA SILVA DIAS E SPERS, 2022). Apesar de sua baixa palatabilidade se encaixada adequadamente na dieta possui alta aceitabilidade pelos animais. No entanto um dos grandes entraves quanto a sua utilização ocorre devido a velocidade de hidrólise, a qual proporciona um pico de amônia em um curto período de tempo, após a ingestão (DA SILVA DIAS SPERS, 2022). A partir desse momento o organismo do animal despende energia considerável para converter  $\text{NH}_3$  em ureia, de modo a evitar a toxicidade (SWENSON & REECE, 1996).

Diante disso, para melhorar o uso da amônia liberada pela ureia, formas de liberação têm sido estudadas, buscando promover a disponibilização constante de NH<sub>3</sub> (BATISTA et al., 2016). De acordo com De Oliveira et al. (2020), a suplementação contínua de ureia no pós-rúmen, pode representar valores superiores na síntese microbiana e na eficiência do uso de N, promovendo aumento na ingestão de matéria orgânica digestível, na reciclagem de N para o trato gastrointestinal e na produção de Pmic (Wickersham et al. 2009).

Além da amônia oriunda de processos envolvendo peptídeos, aminoácidos e NNP mencionados anteriormente, o pool ruminal de amônia também é oriundo da reciclagem de nitrogênio no rúmen, a reciclagem de N contudo, passa a contribuir atendendo as exigências microbianas, de forma a tornar as perdas de nitrogênio no ambiente ruminal menores e conseqüentemente melhorando a eficiência no seu uso (BATISTA et al., 2017). Isso ocorre devido ao fato de a amônia excedente ser absorvida pela parede ruminal e transportada para o fígado, onde será convertida em ureia. A ureia sintetizada, pode através da corrente sanguínea retornar ao rúmen via saliva ou através da própria parede ruminal, após seu retorno é convertida novamente em NH<sub>3</sub> servindo como fonte de nitrogênio para as bactérias (SALAZAR, 2008).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Os procedimentos experimentais foram submetidos à apreciação e aprovados pela Comissão de ética e Bem- Estar Animal Universidade Federal de Lavras (protocolo número 038/2020). O experimento foi realizado no Setor de Metabolismo de Ruminantes, localizado no Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Medicina Veterinária (DZO/FZMV) em Lavras, Minas Gerais, Brasil.

#### **3.1 Animais, desenho experimental e tratamentos**

Oito novilhas Nelore, canuladas no rúmen com peso vivo médio inicial de 274 ± 25,5 kg (peso corporal médio [BW] ± DP) foram distribuídas aleatoriamente em um delineamento em quadrado latino 4 × 4 em um esquema fatorial 2 × 2 com duas fontes de ureia (ureia convencional - UC vs. ureia de liberação pós-ruminal - ULP) e dois métodos de processamento dos grãos de milho flint (grãos de milho moídos - MM vs. milho reidratado e ensilado - MR), totalizando quatro tratamentos: 1) UC + MM; 2) UC + MR; 3) ULP + MM; 4) ULP + MR.

O período experimental foi de 104 dias, sendo que cada período teve duração de 26 dias, com 14 dias de adaptação à dieta e 12 dias para coleta de amostras, totalizando quatro períodos. Antes do início do estudo, as novilhas foram submetidas a um protocolo de adaptação

com três dietas progressivas contendo quantidades crescentes de fonte de proteína não proteica (NNP) (mistura de UC e ULP na proporção de 50:50) e milho (mistura de MM e MR na proporção de 50:50) durante o período de adaptação.

As quatro dietas experimentais continham 61,3% de MM ou MR, silagem de milho (28% da matéria seca da dieta), farelo de soja (6,3% da matéria seca da dieta), e pré-mistura mineral-vitáminica (3% da matéria seca da dieta) Todas as dietas foram suplementadas com monensina (Premix Rumensin, Elanco Animal Health, Ontário, Canadá) na proporção de 20 mg/kg de matéria seca (TABELA 1).

O produto comercial de ULP (N4C4®, Nutreco) foi suplementado a 1,35% da matéria seca nas dietas para que as novilhas consumissem aproximadamente 80 g/dia. O N4C4® é um produto de ureia de liberação pós-ruminal misturado com um revestimento lipídico (óleo de palma). A ureia de liberação pós-ruminal possui uma concentração de equivalente proteico de 225%, contendo 18% menos nitrogênio do que a ureia convencional devido ao revestimento de óleo vegetal do ULP. As dietas foram formuladas para fornecer energia, proteína, minerais e vitaminas em quantidade suficiente para exceder as necessidades nutricionais dos animais com ganho de peso de 1,5 kg/dia (NASEM, 2016).

No início de cada período e ao final do estudo, as novilhas foram pesadas. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 08:00 e 16:00, sendo oferecidas à vontade. Os comedouros foram avaliados diariamente para quantificar as sobras, de modo a ajustar a oferta de ração para 5 a 10% da quantidade oferecida.

**Tabela 1** - Análise dos ingredientes, composição química e tamanho de partícula das dietas experimentais.

Item	Milho Moído		Milho Reconstituído e ensilado	
	Ureia Convencional	Ureia Pós-ruminal	Ureia Convencional	Ureia Pós-ruminal
Ingrediente, % da MS				
Milho moído	28.0	28.0	28.0	28.0
Milho, seco	61.3	61.3	–	–
Milho, reconstituído e ensilado	–	–	61.3	61.3
Farelo de Soja	6.3	6.3	6.3	6.3
Premix <sup>1</sup>	3.0	3.0	3.0	3.0
Ureia convencional	1.1	–	1.1	–
Ureia de liberação pós-ruminal <sup>2</sup>	–	1.3	–	1.3
Sulfato de amônio	0.1	0.1	0.1	0.1
Caulim	0.2	–	0.2	–
Composição química estimada, % de MS				
MS, % na matéria natural	73.2	73.2	54.9	54.9
PB	13.6	13.6	13.6	13.6
Proteína degradada no rúmen	9.2	7.2	9.1	7.2
Amido	52.2	52.2	51.5	51.5
FDN	21.6	21.6	20.8	20.8
Extrato Etéreo	3.4	3.6	3.4	3.6

<sup>1</sup>Premix (BellPeso Essencial, Bellman, Brasil) fornecido adicional de 120 g/kg Ca (mínimo), 30 g/kg P, 80g/kg Na, 50 g/kg K, 68 g/kg Mg, 25 g/kg S, 1,220 mg/kg Zn, 330 mg/kg Cu, 950 mg/kg Mn, 20 mg/kg Co, 24 mg/kg I, 6 mg/kg Se, 67,000 IU/kg vitamina A, 9,500 UI/kg vitamina D3, 950 UI/kg vitamina E e 650 mg/kg Monensina.

<sup>2</sup> N4C4 (SIPENA SAS, St Malo, França).

### 3.2 Procedimentos de amostragem

#### a) Digestibilidade total aparente

A coleta total de fezes foi realizada em cinco dias consecutivos (dias 16 a 20) durante cada período. As fezes excretadas foram coletadas pesadas diariamente. Após um período de 24 horas, foi coletada uma subamostra de 5% que foi armazenada a -20 °C para posterior análise química. Alíquotas fecais diárias foram secas por 72 horas a 55°C em estufa de ventilação forçada. Foram realizadas análises de matéria seca e matéria orgânica de acordo com os métodos descritos por Detmann (2012).



## **b) Metabólitos sanguíneos**

No dia 15 de cada período, antes da alimentação matinal, as novilhas foram equipadas com catéter na jugular (Cateter Central de Inserção Periférica; 14Ga × 20 cm; Biomedical®) utilizando um introdutor destacável sobre a agulha. Antes de obter as amostras (20 mL), alíquotas de 10 mL de sangue foram descartadas. Posteriormente, o sangue foi coletado simultaneamente às amostras ruminais, de 10 mL contendo 158 UI de Na heparina, e um tubo de 10 mL sem conservante, para obtenção de plasma e soro. Após a coleta, os cateteres foram imediatamente preenchidos com soro fisiológico 0,9% heparinizado (20 UI/mL) para prevenir a coagulação.

Antes do processamento, os tubos de heparina:Na e heparina de lítio foram brevemente armazenados no gelo, enquanto os tubos sem conservante foram incubados à temperatura ambiente por 20 minutos. O sangue foi centrifugado a  $2.000 \times g$  por 15 minutos antes da colheita e posterior armazenamento ( $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) de alíquotas em tubos aprotogênicos para análise posterior de glicose (tubos NaF), ureia, creatinina, albumina, proteínas totais, AST/GOT (Aspartato aminotransferase/Glutamic Oxaloacetic Transaminase), ALT/GPT (Alanina aminotransferase/Glutamic Pyruvic Transaminase) e GGT (Gamma-glutamyl transferase). Após a centrifugação ( $2.000 \times g$ ; 15 minutos), alíquotas de 1 mL de soro e plasma foram coletadas e armazenadas a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  para posterior análise.

## **3.3 Análises laboratoriais**

As concentrações plasmáticas de ureia N (NUP) foram medidas por um teste cinético enzimático (sensibilidade de 2,97 mg/dL; K056, Bioclin, Quibasa Química Básica Ltda, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil). Para creatinina foi utilizado o teste cinético colorimétrico (sensibilidade de 0,18 mg/dL; K067, Bioclin, Quibasa Química Básica Ltda), para glicose o teste cinético colorimétrico (sensibilidade de 1,3 mg/dL; K082, Bioclin, Quibasa Química Básica Ltda). Para triglicérides o teste colorimétrico enzimático (sensibilidade de 2,6 mg/ dL; K117, Bioclin, Quibasa Química Básica Ltda) e para  $\beta$ -hidroxibutirato o teste cinético (sensibilidade de 0,07 mmol/L; RANBUT – RB1007, Randox Laboratories Ltd., Crumlin, Reino Unido).

### 3.4 Análises estatísticas

Todos os dados foram analisados quanto à normalidade (Davis et al., 1989) e todos seguiram uma distribuição normal ( $P > 0,05$ ). Os dados foram analisados como um quadrado latino replicado  $4 \times 4$  utilizando o procedimento mixed do SAS 9.4 (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Para todas as variáveis que não tinham medidas repetidas ao longo do tempo, foi utilizado o seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + P_j + Hk(i) + Ul + Cm + (Ul \times Cm) + (Ul \times S_i) + (Cm \times S_i) + (Ul \times Cm \times S_i) + E_{ijkl}$$

Onde  $Y_{ijkl}$  é a variável dependente;  $\mu$  é a média geral;  $S_i$  é o efeito fixo do quadrado I;  $P_j$  é o efeito aleatório do período j;  $Hk(i)$  é o efeito aleatório da novilha k (dentro do quadrado i);  $Ul$  é o efeito fixo da fonte de ureia;  $Cm$  é o efeito fixo do processamento de milho m;  $Ul$  vezes  $Cm$  é o efeito da interação da fonte de ureia l e do processamento de milho m;  $Ul$  vezes  $S_i$  é a interação entre a fonte de ureia l e o quadrado i;  $Cm$  vezes  $S_i$  é a interação entre o processamento de milho m e o quadrado I;  $Ul$  vezes  $Cm$  vezes  $S_i$  é a interação entre a fonte de ureia l, o processamento de milho m e o quadrado I; e  $E_{ijkl}$  é o termo de erro assumido ser normalmente distribuído, com média = 0 e variância constante.

## 4. RESULTADOS

Os resultados referentes a consumo e digestibilidade são apresentados na tabela 2. As variáveis de consumo não foram influenciadas pelos métodos de processamento e fontes de ureia ( $P > 0,05$ ). Da mesma forma não houve diferença quanto a digestibilidade do trato total para fonte de ureia e interação entre fontes de ureia e métodos de processamento ( $P > 0,05$ ). Em contrapartida, animais alimentados com milho reidratado e ensilado apresentaram maior digestibilidade de matéria seca ( $P = 0,03$ ) e matéria orgânica ( $P = 0,02$ ).

**Tabela 2** - Efeitos dos métodos de processamento do milho (MPM) e fontes de ureia (FU), e suas interações na digestibilidade e consumo de MS de novilhas Nelores.

Item	Milho moído		Milho reconstituído e ensilado		EPM	<i>P</i> -valor		
	Ureia convencional	Ureia Pós-ruminal	Ureia convencional	Ureia Pós-ruminal		MPM	FU	MPM × FU
Consumo, kg/d								
Matéria Seca	4.84	5.16	4.92	5.20	0.922	0.88	0.48	0.96
Matéria orgânica	4.51	4.85	4.48	4.87	0.862	0.99	0.34	0.95
MO digestível	3.52	3.69	3.62	3.95	0.634	0.52	0.39	0.77
Consumo, g/kg <sup>0.75</sup>								
Matéria Seca	62.9	67.8	64.3	68.3	8.31	0.87	0.43	0.94
MO digestível	46.0	48.4	47.3	52.0	5.61	0.54	0.37	0.78
Digestibilidade total do trato, %								
Matéria Seca	77.3	74.7	79.8	79.4	1.62	0.03	0.33	0.47
Matéria Orgânica	79.2	76.4	81.4	82.0	1.80	0.02	0.50	0.30

Os resultados referentes aos hormônios do sangue e metabólitos, são apresentados na tabela 3. Os níveis de glicose foram maiores ( $P < 0,05$ ) quando o método de processamento de grãos reidratados foi adotado, assim como quando a fonte de ureia utilizada foi a ureia convencional. A fonte de ureia exerceu influência sobre os níveis de IGF-I e Creatinina, sendo maiores para os tratamentos com utilização de ureia de liberação pós-ruminal ( $P < 0,05$ ). Houve uma tendência de aumento ( $P < 0,10$ ), para AST quando os animais foram alimentados com ureia convencional e milho moído ( $P < 0,05$ ). Em relação aos níveis de ureia plasmática, os maiores níveis foram encontrados no tratamento ureia de liberação pós-ruminal e milho moído ( $P < 0,05$ ), já para globulina houve uma tendência de aumento ( $P < 0,10$ ) para o tratamento ureia de liberação pós-ruminal e milho reconstituído e ensilado.

**Tabela 3** - Efeitos dos métodos de processamento do milho (MPM) e fontes de ureia (FU), e suas interações com os hormônios do sangue e metabólitos de novilhas Nelores.

Item	Milho Moído		Milho Reconstituído		EPM	P-valor		
	Ureia Convencional	Ureia Pós-Rumial	Ureia Convencional	Ureia Pós-Rumial		MPM	FU	MPM × FU
IGF-I, Metabolismo Energia	141.9	226.1	199.4	222.3	30.27	0.31	0.05	0.25
Glicose, mg/dL	77.8	76.3	80.3	78.2	1.21	<0.01	0.03	0.92
Massa muscular								
Creatinina, mg/dL	1.19	1.28	1.21	1.24	0.066	0.22	0.04	0.55
Ureia, mg/dL	32.7	36.5	30.7	30.5	2.67	0.11	0.05	<0.01
Fígado								
ALP, U/L	226.7	229.2	237.8	225.8	24.93	0.60	0.86	0.40
AST/GOT, U/L	58.1	53.7	52.1	54.0	4.70	0.44	0.08	0.05
GGT, U/L	16.9	15.4	15.9	17.3	2.10	0.67	0.98	0.86
Proteína total, g/dL	6.71	6.70	6.57	6.77	0.172	0.94	0.13	0.18
Albumina, g/dL	2.72	2.72	2.73	2.65	0.155	0.62	0.30	0.55
Globulina, g/dL	4.00	3.98	3.83	4.14	0.242	0.93	0.18	0.06

## 4. DISCUSSÃO

Os teores de consumo de MS e MO não foram afetados pela fonte de ureia e método de processamento do grão. Resultado semelhante foi obtido por Reis et al. (2023), em estudo avaliando bovinos em pastejo alimentados com ureia de liberação pós-ruminal. Do mesmo modo Carvalho et al. (2020) e Oliveira et al. (2020) obtiveram resultados análogos após infundirem ureia no rúmen e no abomaso.

A maior digestibilidade total para animais alimentados com reidratado já era esperado e coincide com os resultados obtidos por Arcari et al. (2016), Hoffman et al. (2011) e Caetano et al (2015). Devido a maior degradação das zeínas presentes na matriz proteica do milho reconstituído e ensilado, pode causar um aumento no tamanho do granulo do amido, e conseqüentemente, aumentar a superfície de contato para as bactérias, aumentando a taxa de digestão (HUNTINGTON et al. 2006).

Aumento nas concentrações de ureia plasmática foram causados pelo milho moído em combinação com a ureia de liberação pós-rúmen, apresentando resultados semelhantes aos de Souza (2022), possuindo valores aproximados de 30mg/dL, sendo estes próximos aos valores normais segundo Kaneko et al (2008). Os quais estão diretamente relacionados a porcentagem de proteína no alimento ingerida pelo animal, o que pode ser um indicador de maior aporte de amônia pela ureia de liberação pós-rúmen, o que favorece a síntese microbiana.

Os níveis sanguíneos de aspartato aminotransferase também sofreram influência devido a interação entre os métodos de processamento e fontes de ureia, sendo estes particularmente úteis no diagnóstico e avaliação de doenças hepáticas, pois apresentam alta sensibilidade para detecção de lesão hepatocitária (RUSSELL, 2007; HOSSEINI, 2017).

Segundo Gregory et al. (1999), animais sadios não deveriam exceder 50U/I das concentrações plasmáticas de AST. Nesse contexto, a menor concentração deste no organismo pode indicar que os fígados não foram sobrecarregados, de modo que a dieta não prejudicou os animais.

A uréia de liberação pós ruminal aumentou os níveis de creatinina no sangue. Diferente do observado nos trabalhos de Valadares et al. (1997), Fischer et al. (2016) e Rennó et al. (2000), onde os valores apresentados estavam abaixo da média de 1,0 a 2,0 mg/dL proposto por Kaneko et al. (2008). Segundo González et al, (2000) a creatinina é um composto nitrogenado originado do catabolismo da fosfocreatina muscular e sua quantidade varia conforme a creatina presente no organismo, não sendo alterada por fatores externos ao rim (FISCHER et al., 2016). Por não ser correlacionada a dieta, é utilizada como referência para

indicar se o aumento nas concentrações de ureia, é proveniente de distúrbios renais ou da alimentação (CARDOSO et al., 2011). Por estar diretamente ligada a massa muscular, um aumento nos níveis de creatinina, podem evidenciar um possível aumento da musculatura.

Os valores de glicose plasmática, foram afetados significativamente pelos métodos de processamento. Se encontrando acima dos valores de referência, de 45 a 75 mg/dL de acordo com Kaneko et al. (2008). Resultados semelhantes foram observados no trabalho de Castro et al. (2019) onde foram avaliados os desempenhos de animais lactantes alimentados com milho reconstituído e ensilado. Esse aumento nos níveis plasmáticos de glicose indica que há uma maior eficiência na utilização do amido em comparação ao método de processamento de milho moído.

## 5. CONCLUSÃO

A ureia de liberação pós-rúmen aumentou os níveis de ureia encontrados no plasma, IGF- I e Creatinina, o que pode significar uma maior eficiência na utilização do N pelo animal, resultando em maior desempenho. Apoiada pelo método de processamento de milho reconstituído e ensilado, que aumentou a digestibilidade total do trato gastrointestinal para MS e MO, assim como os níveis de glicose plasmática, sugerindo uma maior eficiência na utilização do amido.

## 6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

AOAC, Official Methods of Analysis of AOAC (1995) International, 16th ed. *Association of Official Analytical Chemists*, Arlington, VA, USA.

ARCARI, M. A. et al Efeito do tempo de ensilagem do milho moído hidratado sobre a composição da silagem e degradabilidade in situ do amido. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 53, n. 1, p.60-71, 2016.

BARON, V. S.; STEVENSON, K. R.; BUCHANAN-SMITH, J. G. Proteolysis and fermentation of grain-corn ensiled at several moisture levels and under several simulated storage methods. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 66, p. 451-461, 1986.

BARTLEY, E. E.; DEYOE, C. E. Starea as a protein replaces for ruminants. **FEEDSTUFS**, v. 47, n. 30, p. 42-44, 1975.

BATISTA, E. et al. The effect of CP concentration in the diet on urea kinetics and microbial usage of recycled urea in cattle: a meta-analysis. *Animal*, v. 11, n. 8, p. 1303-1311, 2017.

CAETANO, M. et al. Effect of flint corn processing method and roughage level on finishing performance of Nellore-based cattle. *Journal of Animal Science*, v. 93, n. 8, p. 4023–4033, 2015.

CÃNIZARES, G. I. L. et al. Metabolismo de carboidratos não-estruturais em ruminantes. *Archives of Veterinary Science*, v.14, n.1, p.63-73, 2009.

CARDOSO, D. et al. Perfil bioquímico de bovinos de raças localmente adaptadas em sistema intensivo de criação. XIX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFG, Goiânia. **Anais VIII Conpeex**. Universidade Federal de Goiás, 2011.

CARVALHO, F. A. N.; BARBOSA, F. A.; RUSSELL, L. M. **Nutrição de bovinos a pasto**. 1ª edição. PapelForm, p. 438, 2005.

CARVALHO, I. P. C. et al. Post-ruminal non-protein nitrogen supplementation as a strategy to improve fibre digestion and N efficiency in the ruminant. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 104, n. 1, p. 64-75, 2020.

CASTRO, L. P. et al. Lactation performance of dairy cows fed rehydrated and ensiled corn grain differing in particle size and proportion in the diet. *Journal of Dairy Science*, v. 102, n. 11, p. 9857-9869, 2019.

CORREA, C. E. S.; R. D. Shaver; M. N. Pereira; J. G. Lauer; K. Kohn. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. *Journal of Dairy Science*, n. 85, p. 3008– 3012, 2002.

COTTA, M. A. Amylolytic activity of selected species of ruminal bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*. v. 54, n. 3, p. 772-776, 1988.

DA SILVA DIAS, M; SPERS, R. C. UREIA NA BOVINOCULTURA (Revisão de Literatura). *Revista Unimar Ciências*, v. 31, n. 1-2, 2023.

DAVIS, F. D., BAGOZZI, R. P., & WARSHAW, P. R. User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management Science*, v. 35, n.8, p. 982-1004, 1989.

DENARDIN, C. C., & SILVA, L. P. Starch granules structure and its regards with physicochemical properties. *Ciência Rural*, v. 39, n. 3, p.945-954, 2009.

DETMANN, E. et al. Métodos para análise de alimentos-INCT'. *Ciência animal*, p. 214, 2012.

FISCHER, T. D. et al. Níveis de ureia, creatinina e glicose sanguínea e urinária de vacas holandesas submetidas à dieta com alta proteína. **XXI Jornada de Pesquisa, Salão do Conhecimento: Ciência Alimentando o Brasil**. UNIJUÍ, 2016.

FRENCH, D. Chemical and Physical Properties of Starch. *Journal of Animal Science*, v. 37, n. 4, p.1048-1061, 1973.

GONZÁLEZ, F. H. D. et al. Variações sanguíneas de ureia, creatinina, albumina e fósforo em bovinos de corte no Rio Grande do Sul. *A Hora Veterinária*, v. 20, p. 59-62, 2000.

GREGORY, L. et al. Valores de referência da atividade enzimática da aspartato-aminotransferase e da gama-glutamyltransferase em bovinos da raça Jersey. Influência dos



fatores etários, sexuais e da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, n. 51, v. 6, p. 515-522, 1999.

HALE, W. H. Influence of processing on the utilization of grains (starch) by ruminants. *Journal of Animal Science*, v. 37, p. 1075, 1973.

HENRIQUE, W. e BOSE, M.L.V. Milho e sorgo. **Simpósio sobre nutrição de bovinos.**, p. 229-258, 1995.

HOFFMAN, et al. 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.

HOSENEY, R.C.; DAVIS, AB.; HARBERS, L.H. Pericarp and endosperm structure of sorghum grain shown by scanning electron microscopy. *Cereal Chemistry*, v. 51, p.553-558, 1974.

HOSSEINI, A. et al. Level of dietary energy and 2,4- thiazolidinedione alter molecular and systemic biomarkers of inflammation and liver function in Holstein cows. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, v. 8, n. 64, 2017.

HUNTINGTON, G. B. et al., Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle. *Journal of Animal Science*, v. 84, n. 13, p. 14-24, 2006.

HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *Journal of Animal Science*, v. 75, n. 3, p. 852-867, 1997.

JUNGES, D., MORAIS. G., SPOTO. M.H.F., SANTOS. P.S., ADESOGAN. A.T., NUSSIO. L.G., DANIEL. J.L.P. Influence of various proteolytic sources during fermentation of reconstituted corn grain silages. *Journal of Dairy Science*, v. 100, n. 11, p.9048-9051, 2017.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 6<sup>a</sup> ed; Academic Press: San Diego, CA, USA, p. 916, 2008.

KOZLOSKI, G.V. *Bioquímica dos ruminantes*. 2<sup>a</sup> ed, p. 216, 2009.

LAWTON, J. W. Zein: a history of processing and use. Cereal Chemistry, v. 79, p.1-18. 2002.

LEHNINGER, A. L. **Princípio de Bioquímica**. 4<sup>a</sup> ed. São Paulo: Savier, 1998. p.105.

MARCONDES, M. I. et al. Eficiência alimentar de bovinos puros e mestiços recebendo alto ou baixo nível de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 6, 2011.

MCALLISTER, T. A. et al. Effect of ruminal microbial colonization on cereal grain digestion. *Journal of Animal Science*, v.70, n.2, p. 571-579,1990.

MOURÃO, R.C. et al. Processamento do milho na alimentação de ruminantes. **PUBVET**, v. 6, n. 5, Ed. 192, Art. 1292, 2012.

NASEM - National Academies of Sciences, Engineering, Medicine. Nutrient requirements of beef cattle. *National Academies Press*, Washington, DC, 2016.

OLIVEIRA, C. V. R. et al. Urea supplementation in rumen and post-rumen for cattle fed a low-quality tropical forage. *The British Journal of Nutrition*, v. 124, n. 11, p. 1166-1178, 2020.

OWENS, F. N. & ZINN, R. A. & KIM, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. *Journal of Animal Science*, v. 63, n. 5, p. 1634-1648, 1986.

PAES, M. C. D. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. **Circular Técnica, Embrapa Milho e Sorgo**, 2008.

PHILLIPEAU, C. et al. Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. *Journal of Animal Science*, v. 77, n. 1, p. 238-243, 1999.

PINOS-RODRÍGUEZ, J. M. et al. Effects of a slow-release coated urea product on growth performance and ruminal fermentation in beef steers. *Italian Journal of Animal Science*, v. 9, n. 4, p. 16-19, 2010.

POND, W. G.; CHURCH, D. C.; POND, K. R. *Basic Animal Nutrition and Feeding*. 4ª Ed. New York: John Willey and Sons, p. 353-364, 1995.

REIS, I. A. et al. Effect of Post-Ruminal Urea Supply on Growth Performance of Grazing Nellore Young Bulls at Dry Season. *Animals*, v. 6, n. 2, p. 207, 2023.

RENNÓ, L. N. et al. Concentração plasmática de ureia e excreções de ureia e creatinina em novilhos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 4, p. 1235-1243, 2000.

REZENDE, A. V. et al., Rehydration of corn grain with acid whey improves the silage quality. *Animal Feed Science and Technology*, v. 197, p. 213-221, 2014.

ROONEY, L. W.,; PFLUGFELDER, R. L. Factors Affecting Starch Digestibility with Special Emphasis on Sorghum and Corn, *Journal of Animal Science*, v. 63, n. 5, p. 1607–1623, 1986.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 141, 2000.

RUSSELL, K. E., & ROUSSEL, A. J. Evaluation of the Ruminant Serum Chemistry Profile. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 23, n.3, p.403–426, 2007.

SANTIAGO, B. T. et al. Slow-release urea in diets for lactating crossbred cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 44, n. 5, p. 193-199, 2015.

SANTIAGO, G.L.; ARALD, D.F. Abordagens sobre o uso de ureia pecuária na alimentação de bovinos leiteiros. **XXV SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO E PESQUISA E EXTENSÃO: DESAFIOS DA CIÊNCIA EM TEMPOS DE PANDEMIA**. UNICRUZ. CRUZ ALTA/RS, 2020.

SILVESTRE, A. M.; MILLEN, D. D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, 2021.

SOUZA, M. G. D. et al. Effects of Post-Ruminal Urea Supplementation during the Seasonal Period on Performance and Rumen Microbiome of Rearing Grazing Nellore Cattle. **Animals**, v. 12, n. 24, p. 3463, 2022.

SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 856, 1996.

TESTER, R.F., KARKALAS, J. & Qi, X. Starch Composition, Fine Structure and Architecture. **Journal of Cereal Science**, v. 39, 151-165, 2004.

THEURER, C. B. Grain Processing Effects on Starch Utilization by Ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 5, p. 1649–1662, 1986.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Biblioteca Universitária. **Manual de normalização e estrutura de trabalhos acadêmicos: TCCs, monografias, dissertações e teses**. 2. ed. rev., atual. e ampl. Lavras, 2016.

VALADARES, R. F. D. et al. Protein levels in cattle diets; 4: ruminal ammonia N concentration, plasma urea N, and urea and creatinine excretions. **Revista Brasileira de Zootecnia (Brasil)**, 1997.

WIKERSHAM, T. A. et al. Effect of undegradable intake protein supplementation on urea kinetics and microbial use of recycled urea in steers consuming low-quality forage. *The British Journal of Nutrition*, v. 101, n. 2, p. 225-232, 2009.