

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ – UEM**

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E SAÚDE ANIMAL**

**CARBOIDRASES PARA BOVINOS DE CORTE EM PASTEJO SOB DIFERENTES  
PLANOS NUTRICIONAIS NA TRANSIÇÃO SECAS ÁGUAS: DIGESTÃO E  
METABOLISMO.**

**ANDERSON PIRES ACOSTA**

**UMUARAMA-PR**

**MAIO/2021**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ – UEM  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E SAÚDE ANIMAL

**CARBOIDRASES PARA BOVINOS DE CORTE EM PASTEJO SOB DIFERENTES  
PLANOS NUTRICIONAIS NA TRANSIÇÃO SECAS ÁGUAS: DIGESTÃO E  
METABOLISMO.**

Nível: Mestrado

Área de concentração: Produção Sustentável

Autor: Anderson Pires Acosta

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Rodrigues Gandra

Dissertação apresentada como parte das exigências ao Programa de Pós-Graduação em Produção Sustentável e Saúde Animal da Universidade Estadual de Maringá para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária.

**UMUARAMA-PR**

**MAIO/2021**

# FOLHA DE APROVAÇÃO

ANDERSON PIRES ACOSTA

## **CARBOIDRASES PARA BOVINOS DE CORTE EM PASTEJO SOB DIFERENTES PLANOS NUTRICIONAIS NA TRANSIÇÃO SECAS ÁGUAS: DIGESTÃO E METABOLISMO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Sustentável e Saúde Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Veterinária pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

### COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Jefferson Rodrigues Gandra  
Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Antonio Campanha Martinez  
Universidade Estadual de Maringá (Membro)

Dr. Caio Takiya  
Kansas State University (Membro)

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, Mauro Cabreira Acosta, pelo amor sem medida, carinho, apoio e por sempre se fazerem presentes, mesmo com a distância. Ao meu irmão, Adriano Pires Acosta, pelo carinho.

**DEDICO A VOCÊS ESTA VITÓRIA!**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço grandiosamente a Deus, pelas infinitas bênçãos e bondade, para que fosse possível a realização desse mestrado;

A minha família, pelo apoio sem fim e amor incondicional. Não existem palavras que possam agradecer tudo o que fazem por mim. Pai e mãe, vocês são meus exemplos. Assim como meu irmão onde tenho um amor infinito. Amo vocês;

Aos professores da UFGD que cederam seus laboratórios que eu fizesse minhas análises;

Aos meus amigos, pelo apoio, dedicação, principalmente a Cibelli de Almeida pedrini, pelos dias que me ajudou, estando comigo na fazenda caçadinha e ajudando em minhas análises, também a Bruna além, que me ajudou em minhas análises.

A toda equipe da DSM, que esteve comigo, Guilherme, Reginaldo e Josivaldo.

Aos membros da comissão avaliadora de qualificação, Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes e Eduardo Lucas Terra Peixoto, por disponibilizarem o seu tempo para contribuir com o meu aprendizado e crescimento profissional;

E, principalmente, ao meu orientador Jefferson Rodrigues Gandra. Sou imensamente grato por esses anos não só de orientação, mas de parceria e risadas, obrigado pelas oportunidades que me ofereceu, pelo tempo dedicado, pela paciência e por me ofertar tanto aprendizado em todo esse tempo de graduação e mestrado.

Meus mais sinceros agradecimentos a cada um que indiretamente também me ajudou em todo esse tempo de mestrado e na execução desse trabalho.

# CARBOIDRASES PARA BOVINOS DE CORTE EM PASTEJO SOB DIFERENTES PLANOS NUTRICIONAIS NA TRANSIÇÃO SECAS ÁGUAS: DIGESTÃO E METABOLISMO.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar dois planos nutricionais com a adição de doses crescentes de enzimas fibrolíticas, desempenho de bovinos de corte em recria na época das secas, o experimento foi realizado no centro experimental da empresa DSM, sendo utilizados 5 bovinos machos canulados, não castrados, da raça Nelore (PI =  $\pm$  280 kg), com idade média de 14 meses, localizados em um único piquete de *Brachiaria brizantha* cv. *Marandú*, sendo 1 animal/tratamento, usando cochos automáticos intergado, assim cada animal só tinha acesso ao seu respectivo cocho, podendo os tratamentos serem rotacionados. As dietas experimentais foram: 1- Suplementação proteico-energética 0,3% PV; 2 – Suplementação proteico-energética 0,3% PV +1 g/animal/dia de Ronozyme WX (xilanase) e 3,75 g/animal/dia de Ronozyme VP (beta-glucacanse, pectinase e hemicelulase); 3- Suplementação proteico-energética 0,3% PV +2 g/animal/dia de Ronozyme WX (xilanase) e 7,50 g/animal/dia de Ronozyme VP (beta-glucacanse, pectinase e hemicelulase); 4- Suplementação proteica 0,1% PV; 5- Suplementação proteica 0,1% PV +1 g/animal/dia de Ronozyme WX (xilanase) e 3,75 g/animal/dia de Ronozyme VP (beta-glucacanse, pectinase e hemicelulase). Foi realizado um experimento em quadrado latino 5X5, sendo os mesmos fatores usados no Ensaio (2 tipos de suplemento e 3 níveis de blend enzimático). Cada período experimental foi de 15 dias sendo que 10 para a adaptação das dietas experimentais e 5 para a colheita de dados. Ao todo, cada animal ficou em avaliação por 75 dias. Os novilhos submetidos ao plano nutricional proteico-energético apresentaram maior digestibilidade da matéria seca e proteína bruta, maior concentração de acetato, propionato e butirato, e maior produção de nitrogênio e proteína microbiana. Ambos os planos nutricionais são recomendados para bovinos Nelore em fase de recria no período das secas.

**Palavras-chave:** Nelore, enzimas, Suplementação.

# **FEEDING CARBOHYDRASES TO GRAZING BEEF CATTLE UNDER DIFFERENT NUTRITIONAL STRATEGIES – DRY SEASON: DIGESTION AND METABOLISM**

## **ABSTRACT**

The objective of this work was to evaluate two nutritional plans with the addition of increasing doses of fibrolytic enzymes, performance of beef cattle reared in the dry season, the experiment was carried out in the experimental center of the company DSM, using 5 cannulated male cattle, not castrated, of the Nelore breed (PI = ± 280 kg), with an average age of 14 months, located in a single paddock of *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, being 1 animal / treatment, using interlocked automatic troughs, so each animal only had access to its respective trough, and the treatments could be rotated. The experimental diets were: 1- Protein-energy supplementation 0.3% PV; 2 - Protein-energy supplementation 0.3% PV +1 g / animal / day of Ronozyme WX (xylanase) and 3.75 g / animal / day of Ronozyme VP (beta-glucacanse, pectinase and hemicellulase); 3- Protein-energy supplementation 0.3% PV +2 g / animal / day of Ronozyme WX (xylanase) and 7.50 g / animal / day of Ronozyme VP (beta-glucacanse, pectinase and hemicellulase); 4- Protein supplementation 0.1% PV; 5- Protein supplementation 0.1% PV +1 g / animal / day of Ronozyme WX (xylanase) and 3.75 g / animal / day of Ronozyme VP (beta-glucacanse, pectinase and hemicellulase). A 5X5 Latin square experiment was carried out, with the same factors used in the Assay (2 types of supplement and 3 levels of enzymatic blend). Each experimental period was 15 days, 10 for adaptation of experimental diets and 5 for data collection. In all, each animal was evaluated for 75 days. The steers submitted to the protein-energy nutritional plan showed greater digestibility of dry matter and crude protein, higher concentration of acetate, propionate and butyrate, and greater production of nitrogen and microbial protein. Both nutritional plans are recommended for Nelore cattle in the growing season during the dry season.

**Keyword:** Nelore, enzymes, Supplementation

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Curva tipo sigmoide representando o crescimento de ruminantes. (a) concepção, (b) nascimento, (c) puberdade e (d) maturidade. Adaptado de Batt (1980).....13

Figura 2. Dinâmica de deposição de tecidos no corpo de bovinos após o nascimento. Adaptado de Owens et al. (1993) .....14



## **LISTA DE QUADROS E TABELAS**

Tabela 1- Médias ( $\pm$ desvio padrão) da composição química dos suplementos experimentais e pastagem.....	27
Tabela 2- Consumo e digestibilidade de acordo com os suplementos experimentais.....	31
Tabela 3- Fermentação ruminal de acordo com os suplementos experimentais.....	32
Tabela 4- Síntese de proteína microbiana de acordo com os suplementos experimentais....	33
Tabela 5- Balanço de nitrogênio de acordo com os suplementos experimentais.....	34

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

GP – Ganho de peso

NNP – Nitrogênio não proteico

PDR – Proteína degradada no rumem

PNDR – Proteína não degradada no rumem

PV – Peso vivo

MS – Matéria seca

PB – Proteína bruta

CNE – Carboidrato não essencial

CNF – Carboidrato não fibroso

N - Nitrogênio

PNAs – Polissacarídeos não amiláceos

## SUMÁRIO

1.1 Recria Intensiva a Pasto.....	12
1.2 Suplementação Proteica vs Proteica Energética .....	17
1.3 Utilização de Enzimas Fibrolíticas na Nutrição de Ruminantes .....	22
2. HIPÓTESE.....	25
3. OBJETIVOS .....	26
2.3.1 Objetivo Geral .....	26
2.3.2 Objetivos Específicos .....	26
4. JUSTIFICATIVA .....	26
5. MATERIAL E MÉTODOS .....	26
5.1 Consumo de matéria seca .....	27
5.2 Fermentação Animal.....	29
5.3 Síntese de proteína microbiana.....	29
5.4 Balanço de Nitrogênio .....	30
5.5 Análise Estatística.....	30
6. RESULTADOS .....	31
7.0 DISCUÇÃO.....	34
8.0 CONCLUSÃO.....	37
9.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37

## 1. REVISAO BIBLIOGRAFICA

### 1.1 Recria Intensiva a Pasto

A recria pode ser definida como a fase em que o animal é desmamado e encaminhado para reprodução (fêmeas) ou terminação (machos e/ou fêmeas de descarte). É o período de ganho eficiente, uma vez que o animal tem menor exigência de manutenção e alto potencial de crescimento muscular, com baixa deposição de gordura (Medeiros et al., 2010).

Em um país como o Brasil, em que a base da criação de bovinos se consolida na utilização de volumosos, principalmente pastagens tropicais (Ferraz & Felício, 2010), um problema usualmente enfrentado são as oscilações na disponibilidade de nutrientes em função da variação estacional na produção das forrageiras. Estas oscilações são reconhecidas como fatores determinantes no desempenho dos animais, ocasionando impactos marcantes na curva de crescimento dos mesmos (Gomes Jr. et al., 2002). Pode-se assim, definir dois momentos distintos ao longo do ano em relação à produção forrageira:

Período da seca: marcado por características climáticas (baixa precipitação, temperatura e luminosidade) que limitam o crescimento e desenvolvimento das plantas e afeta sua composição química e estrutural (baixo teor de proteína e alto teor de fibra), o que resulta em baixos ganhos ou perda de peso dos animais, mesmo com baixas taxas de lotação.

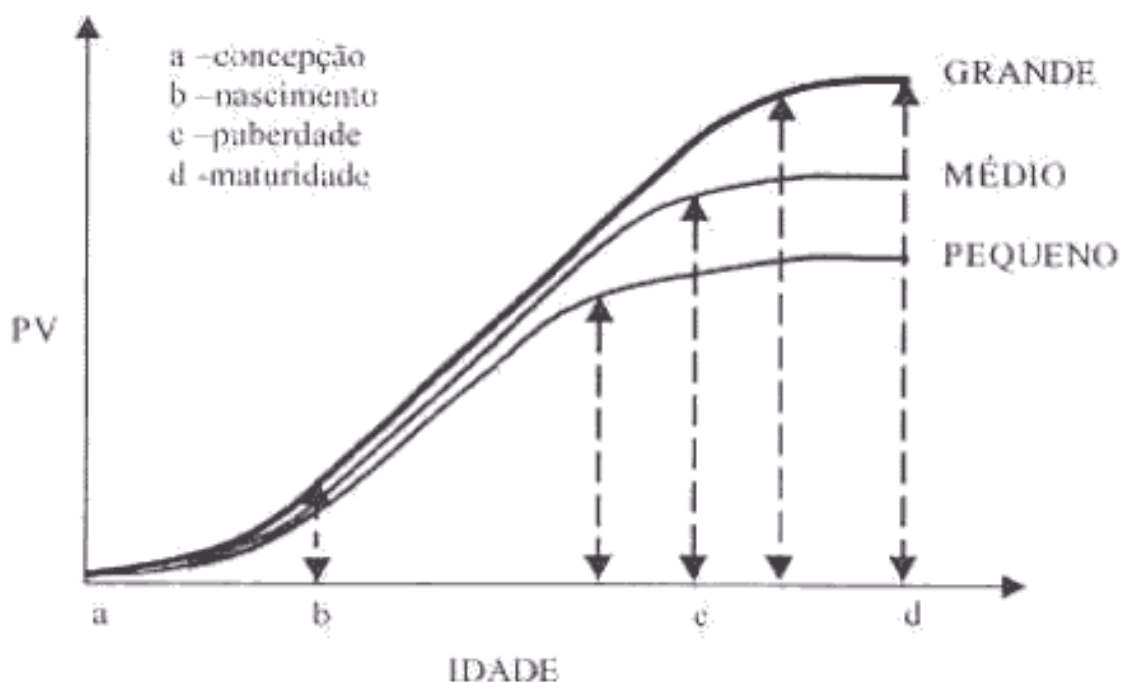
Período das águas: as taxas de crescimento e desenvolvimento das plantas são favorecidas pelo aumento da luminosidade, temperatura e precipitação. Neste período, a composição química da forragem disponível não é constante, uma vez que o crescimento das plantas é intenso e variável. Assim, devem ser aplicadas técnicas de manejo no pasto com intuito de permitir que os animais consumam forragem de melhor qualidade e apresentem boas taxas de crescimento. Deve ser considerado ainda que podem ocorrer algumas interações do animal com o pasto, as quais podem causar mudanças significativas na qualidade da forragem selecionada (Detmann et al., 2014). Do ponto de vista nutricional, a estação das águas pode ser dividida em três fases distintas: o período de transição seca-águas, águas, e o período de transição águas-seca.

Durante a fase de recria, deve-se explorar o potencial de ganho de peso dos animais, período no qual o animal apresenta boa conversão alimentar (Fernandes et al., 2004) e permite a produção de uma arroba mais barata, desde que o pasto seja utilizado de forma adequada. Siqueira et al. (2009) analisaram o crescimento de bovinos associado a oferta de forragem ao longo do ano e mostraram que a demanda alimentar dos animais na segunda seca é 65%

superior a constatada pelo mesmo animal na primeira seca (pós-desmama), o que demonstrou que o aumento no ganho de peso dos animais durante a recria é fundamental para o sucesso bioeconômico do sistema de produção por ser este um redutor do tempo de terminação.

Em um sistema de produção contínuo de carne, torna-se indispensável proporcionar condições ao animal para se desenvolver normalmente durante todo o ano, a fim de que, se alcancem condições de abate, peso e/ou, acabamento de carcaça, mais precocemente. Para isto, faz-se necessário manter o suprimento de alimento em equilíbrio com as exigências dos animais (Euclides et al., 2007).

A análise do aumento do peso corporal ao longo do tempo mostra que o crescimento inicia-se por ocasião da concepção (a) e segue até a maturidade do animal (d) seguindo o padrão de uma curva sigmoide (Figura 1).

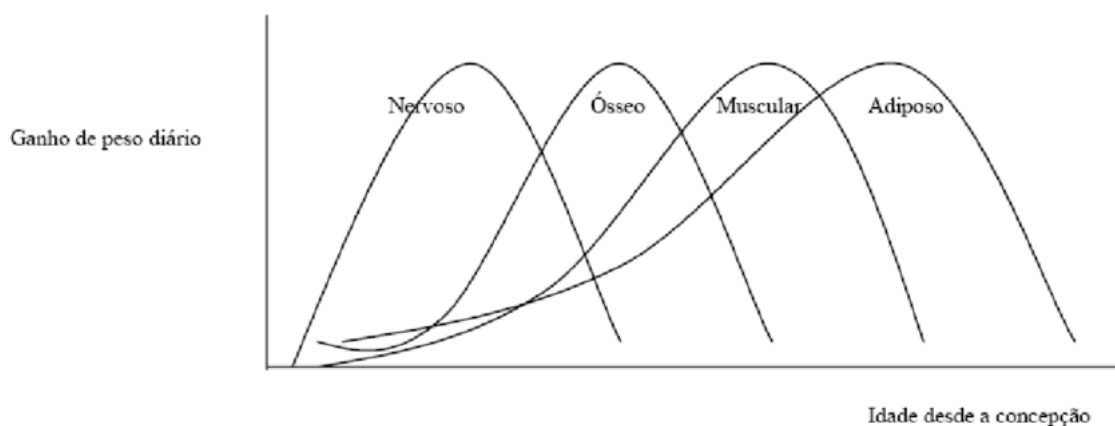


**Figura 1.** Curva tipo sigmoide representando o crescimento de ruminantes. (a) concepção, (b) nascimento, (c) puberdade e (d) maturidade. Adaptado de Batt (1980).

Esta curva, é composta de uma fase pré-puberdade de auto-aceleração (b-c) e outra pós-puberdade de auto-inibição (c-d). Nela, podem ser destacados dois pontos de importância, o primeiro seria a puberdade (c), também denominado de ponto de inflexão, em que o crescimento muda de padrão. A partir deste ponto ocorrem importantes alterações na

deposição dos tecidos na carcaça e na eficiência alimentar. Já na maturidade (d) ou peso adulto, é o ponto no qual cessa o crescimento muscular e ósseo e o ganho de peso passa a ser composto exclusivamente por gordura (Owens et al., 1993).

Segundo Fowler (1968), o crescimento pode ser visto por dois aspectos. O primeiro é medido como um aumento de massa corporal por unidade de tempo, e o segundo, envolve mudanças na forma e composição corporal, resultantes do crescimento diferencial dos componentes corporais. Ao longo das fases de crescimento, os tecidos que compõe o corpo do animal desenvolvem-se em momentos distintos, apresentando “ondas específicas de crescimento” (Figura 2). Assim, certos tecidos se desenvolvem e amadurecem antes de outros. O primeiro tecido a se desenvolver é o neural, seguido pelo tecido ósseo, muscular e por fim, tecido adiposo. Esta mudança na composição do corpo do animal ao longo do tempo pede ajustes nutricionais para que ocorra a manutenção das taxas de crescimento.



**Figura 2.** Dinâmica de deposição de tecidos no corpo de bovinos após o nascimento. Adaptado de Owens et al. (1993).

Ao considerar que o desenvolvimento ocorre de maneira ponderal nos diferentes tecidos (ósseo, muscular e adiposo), e que isso implica em diferenças nos constituintes químicos do corpo (água, proteína, lipídeo, minerais e vitaminas), para cada tipo de tecido formado tem-se a demanda por maior ou menor quantidade de determinado nutriente em uma fase específica da vida do animal.

Estas mudanças que acontecem na dinâmica de deposição dos tecidos, afetam diretamente a exigência para ganho dos animais. Sabendo então que o crescimento animal é dinâmico e que existem limitações nutricionais inerentes aos sistemas de produção animal a pasto, adequar a disponibilidade de nutrientes às exigências do animal ao longo das diferentes

fases de crescimento constitui-se em um dos grandes desafios da atividade, principalmente devido as grandes diferenças que tangem as fases de recria e terminação em relação a deposição de tecidos no corpo do animal, que por sua vez afetam as exigências nutricionais do mesmo.

O consumo de nutrientes pelos animais em pastejo na maioria das vezes não atende as exigências nutricionais dos mesmos, bem como, não permite que os animais expressem o seu potencial genético de crescimento, principalmente durante a seca. Desse modo, programas nutricionais com base na utilização de suplementos alimentares se fazem necessários (Reis et al., 2009).

Existem basicamente três tipos de sistema de produção de gado bovino, sendo eles: extensivo, semi-intensivo e o intensivo, de acordo com Euclides Filho (2000) entende-se por sistema de produção de gado o conjunto de tecnologias e práticas de manejo, bem como o tipo de animal, o propósito da criação, a raça ou agrupamento genético e a região onde é desenvolvida.

Devem levar em consideração, ao se definir um sistema de produção: aspectos sociais, econômicos e culturais, uma vez que tomada uma decisão, as modificações que poderão ser impostas por forças externas e, especialmente, na forma como as mudanças deverão ocorrer para que o processo seja eficiente, e que as transformações alcancem os benefícios esperados, os sistemas de produção segundo Euclides Filho (2000).

Mantem a criação exclusivamente a campo, aproveitando ao máximo os recursos naturais, com economia de equipamentos, instalações e mão-de-obra. Nesse sistema o gado tem alimentação direto na pastagem natural. É um sistema que é adotado em gado comum ou misto, em grande escala, visando se a criação de novilhos para o abate. Os melhoramentos introduzidos, sem modificar o caráter do regime, são simplesmente para favorecer a criação de um gado de mais valor e mais exigente. (ANUALPEC 2009).

No sistema extensivo os animais são criados soltos em grandes espaços de pastagem, sem alimentação suplementar, com isso leva mais tempo para o gado ficar no ponto de abate. Em razão de serem criados em grandes 15 extensões há uma intensa movimentação desses animais prejudicando assim o ganho de peso. (SANTOS, MARION, SEGATTI, 2008).

Costa, Oliveira e Faquin (2006) afirmam que “o sistema ideal de pastejo é aquele que permite maximizar a produção animal, sem afetar a persistência das plantas forrageiras”, possibilitando dessa forma um equilíbrio entre o ganho de peso vivo e a capacidade de

sustentação da pastagem. Assim, para que esse sistema de exploração seja eficiente, é fundamental o conhecimento do criador quanto ao manejo do gado, considerando o suporte de lotação nos diferentes tipos de pastagens (natural ou artificial/cultivada).

Tem menos aproveitamento dos pastos naturais e exige mais Instalações, mais trabalho, sendo destinado a um tipo de gado mais aperfeiçoado. Em geral, os animais são mantidos no estábulo durante algumas horas, para receberem ração e outros alimentos e, após, são soltos em piquetes com boa pastagem e água. É um sistema também muito usual, principalmente em zonas suburbanas, ao redor de grandes centros, onde as áreas disponíveis são reduzidas, ou mesmo nas regiões coloniais, onde as terras em sua maior proporção são utilizadas para a agricultura. Nesse sistema os animais são mantidos parte do tempo solto e parte do Tempo confinado. Nesse sistema são usadas tecnologias como alimentação balanceada, sal mineral nos cochos, vermifugação, à noite eles podem ficar fechados recebendo ração. Esses animais alcançam peso mais rápido para o abate, em comparação com os criados no sistema extensivo. (MARION, 2007).

Esse sistema em relação aos outros, se caracteriza principalmente pelo emprego, de maior capital e mais trabalho em relação à área. A alimentação básica constitui-se de forrageiras e complementos à base de rações e concentrados (ANUALPEC 2009). O sistema intensivo consiste na formação de pastagens artificiais devidamente adubados e irrigados. Tanto na melhoria, de alimentação, que são (arraçoamento, sal, minerais etc.), associando pasto mais suplementação, ou pasto mais confinamento, quanto as questões de medidas sanitárias pela aproximação do curral com o rebanho e na introdução de novas raças produtivas conforme cada região, substituindo os gados nativos. (MARION, 2007). De acordo com Cardoso (1996), consiste em confinamento o sistema de criação de bovinos em que os lotes de animais são encerrados em piquetes ou currais com área restrita, sendo que os alimentos e a água necessários são fornecidos através da utilização de cochos. Dentre as vantagens do confinamento destacam-se a minimização da idade de abate do animal, elevação do ganho de peso e flexibilização da produção, contudo, esse sistema de exploração apresenta custos elevados para ser implantado e desenvolvido (CARDOSO, 1996).

No sistema proposto para uma pecuária de ciclo curto, com abate de animais até 24 meses, a fase de recria representaria aproximadamente 50% deste tempo, sendo esta, a principal etapa para a produção animal de forma eficiente, visto o baixo custo produtivo inerente a produção a pasto e a boa eficiência de crescimento do animal.



O consumo de nutrientes pelos animais em pastejo na maioria das vezes não atende as exigências nutricionais dos mesmos, bem como, não permite que os animais expressem o seu potencial genético de crescimento, principalmente durante a seca. Desse modo, programas nutricionais com base na utilização de suplementos alimentares se fazem necessários (Reis et al., 2009).

## 1.2 Suplementação Proteica vs Proteica Energética

A bovinocultura de corte brasileira concentra-se em sistemas de pastejo e, portanto, é dependente das variações climáticas e ambientais que determinarão a produção de forragem. Pastagens, geralmente, não contêm todos os nutrientes essenciais na proporção adequada para atender as exigências dos animais em pastejo. Desta forma, o suplemento deve ser considerado como um complemento da dieta para suprir os nutrientes deficientes na forragem disponível (REIS et al., 1997).

A necessidade de fornecer suplemento protéico e/ou energético e mineral aos bovinos em pastagens, assim como as quantidades a serem fornecidas, dependem das metas a serem atingidas de acordo com o planejamento de ganho de peso (GP) proposto na propriedade e deve-se considerar que a suplementação depende da qualidade e da disponibilidade de MS do pasto (BARBOSA et al., 2007).

A suplementação protéica de animais em pastejo é uma ferramenta que permite corrigir dietas desequilibradas, melhorar a conversão alimentar e os ganhos de peso corporal e, por conseqüência, diminuir os ciclos da pecuária de corte (PERUCHENA, 1999). De acordo com várias pesquisas, a suplementação protéica pode causar efeitos positivos associativos em alguns casos, quando adicionada à dieta de forragem de baixa qualidade. Produtos ricos em proteína geralmente aumentam o GP de bovinos que consomem forragem de moderada a baixa qualidade por aumentar a ingestão e digestibilidade da forragem (LUSBY, 1982).

A porcentagem de PB é o termo usado para descrever o teor efetivo de proteína de alimentos para ruminantes. Entretanto, nem toda proteína é igual, já que pode estar disponível para o animal em três formas (MACKAY, 2007):

- nitrogênio não-protéico (NNP),
- proteína degradável no rúmen (PDR) e

- proteína não-degradável no rúmen (PNDR), sendo PDR e PNDR conhecidas como proteínas verdadeiras e ambas estão presentes em todos os alimentos em proporções variadas. A PDR e NNP são quebradas pelas bactérias no rúmen enquanto que a PNDR passa pelo rúmen é utilizada pelo animal no abomaso e intestino delgado.

Do ponto de vista prático, os bovinos possuem a capacidade de usar tanto proteínas naturais (farelos, forragens etc.), como o NNP. Entretanto, para que isto ocorra, é necessário que exista na dieta uma quantidade adequada de carboidratos solúveis (energia). Quanto mais uniforme for a liberação de amônia (resultante da hidrólise do NNP) e de carbono (resultante da digestão dos carboidratos), maior será a eficiência de síntese microbiana e, conseqüentemente, o desempenho animal (THIAGO, 1999).

Pesquisas prévias avaliaram a eficácia do nitrogênio não proteico para substituir a proteína verdadeira como fonte de proteína degradável no rúmen suplementar, geralmente, a resposta a suplementos baseados em nitrogênio não proteico são piores do que, as observadas para suplementos proteicos baseados em proteína verdadeira quando o rebanho consome dieta a base de forragem de baixa qualidade. Fica claro, que o nitrogênio não proteico não terá benefícios para ruminantes, ao menos que, seja convertido no rúmen em amônia e usado como tal para síntese de proteína microbiana (KÖSTER, 2009). O NNP, na forma de uréia, é geralmente a fonte mais barata de proteína.

Diferentemente da suplementação proteica, a suplementação energética tem como alvo principal a suplementação do animal e não dos microrganismos presentes no rúmen-retículo. Relembrando: a suplementação proteica tem como objetivo aumentar a disponibilidade de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana. Por outro lado, a suplementação energética visa quase que exclusivamente o animal. A suplementação energética normalmente é utilizada em condições em que ocorrem quedas da qualidade da forragem, com a finalidade de se manter o nível de produtividade desejado, ou para minimizar as perdas (Prado; Moreira, 2002).

A suplementação de animais, nas condições de pastejo, pode ser feita em até 0,5% PV, sem causar decréscimo no consumo de forragem (Horn e McCollun, 1987). O conhecimento do consumo da matéria seca digestível de animais mantidos em pastagens é um dos fatores predominantes para a determinação do desempenho animal. A ingestão da matéria digestível reduz-se, à medida que aumenta o teor de CNE no suplemento. Por outro lado, ocorre um aumento na ingestão de matéria seca, quando ocorre aumento na administração da proteína

degradável no rúmen, que pode estar associada ao aumento na taxa de passagem, tanto da fase líquida quanto da fase sólida. A suplementação energética tende a substituir o consumo de pasto para forragens de baixa qualidade, mas exercendo pequena ou nenhuma influência no desempenho de bovinos de corte. A redução é mais pronunciada para altos níveis de suplementação, principalmente para aqueles com altos níveis de carboidratos não estruturais (Dixon; Stockdale, 1999).

A suplementação para bovinos de corte já vem sendo empregada há muito tempo quando a forragem apresenta deficiência que impedem o animal de produzir ou se reproduzir de forma satisfatória (Santos et al., 2007). Nos sistemas de produção onde o pasto representa a base da dieta pode haver limitações na produção animal, o que introduz problemas no balanceamento de nutrientes, principalmente no balanço nitrogênio-carboidrato (Paulino et al., 2002; Paulino et al., 2008).

Segundo Reis et al. (2005), o rebanho na época seca do ano se alimenta de forragem de baixo valor nutritivo, caracterizada por um elevado valor de fibra indigerível e teores de proteína bruta inferiores ao nível crítico de 7% MS. Sendo assim, a utilização de suplementos que visem apenas a mantença ou ganhos em peso moderados a médios vem como alternativa para uma pecuária moderna com ciclos de produção curtos (Paulino et al., 2006).

De acordo com Reis et al. (2009) e Paulino et al. (2008), mesmo havendo a disponibilidade de fibra potencialmente digestível nas pastagens na seca, a proteína é o nutriente mais limitante, devendo esta ser corrigida através da suplementação, a fim de aumentar a eficiência de degradação da fração fibrosa e, conseqüentemente, a taxa de passagem e o consumo de matéria seca da forragem. Paulino et al. (2001) e Detmann et al. (2005) citaram que no caso de forragens tropicais, a digestão requer uma população microbiana ativa com capacidade de digeri-la, sendo possível que tanto em dietas de forragem total como mistas com concentrado, há situações em que a digestão é limitada por capacidade microbiana ou enzimática e não somente pela propriedade cinética da parede celular.

Segundo Lazzarini et al. (2006), o nível mínimo de 7% PB na dieta não assegura maximização na utilização dos substratos energéticos de lenta disponibilidade, uma vez que respostas positivas na degradação da fibra foi observado até valores próximos a 13-14% de PB. Todavia, nota-se que o maior consumo voluntário e menores perdas de nitrogênio por excreção foi observado para os valores de proteína basal próximos a 10% da dieta (Paulino et al., 2006). Porém as bactérias necessitam da disponibilidade da energia (ATP). Assim, quando

da inclusão de proteína na dieta e forragem com reduzida taxa de digestão, a quantidade de energia pode limitar o crescimento microbiano. Desta forma, os suplementos para bovinos em gramíneas tropicais devem apresentar natureza múltipla e sinérgica (Paulino et al., 2008).

O fornecimento de suplementos em muitos casos pode melhorar o desempenho animal, mas nem sempre a resposta é satisfatória, podendo ser maior ou menor que a esperada (Silva et al., 2009). Essa variação entre o esperado e o observado pode ser explicada por interações (associações) entre o suplemento e o consumo de forragem e energia da dieta, podendo haver modificações da condição metabólica ruminal e do próprio animal (Góes et al., 2005).

Corroborando os resultados, Souza et al. (2010), demonstraram que em condições tropicais, a suplementação com compostos nitrogenados constitui meta prioritária para ampliar a utilização da forragem tropical de baixa qualidade. Todavia, de forma contrária, efeitos negativos sobre o consumo de forragem de baixa qualidade podem ser observados com a suplementação com carboidratos não fibrosos (CNF). Sob estas condições, ocorreria redução na utilização da fração fibrosa da forragem (COSTA et al., 2008). Quando forragem e carboidratos facilmente fermentáveis são fornecidos, os microrganismos fibrolíticos teriam que competir com os microrganismos que digerem CNF por substratos tais como amônia, peptídeos, enxofre e esqueletos de carbono de cadeia ramificada para seu crescimento. A depressão na digestibilidade ruminal de componentes fibrosos da forragem devido aos concentrados dietéticos, pode levar a mais tempo de retenção de resíduos fibrosos no rúmen e usualmente reduzir consumo de forragem.

Uma estratégia adequada de suplementação seria maximizar o uso de forragem por meio da otimização de sua digestão, incremento da taxa de passagem do resíduo indigestível e, conseqüentemente, aumento de consumo de nutrientes digestíveis totais. Para potencializar a exploração dos efeitos associativos positivos, as condições ecológicas do rúmen devem ser mantidas dentro de limites que permitam a normalidade do metabolismo e do crescimento microbiano. Portanto a suplementação alimentar no período seco torna-se imprescindível para alcançar bons níveis de desempenho e corrigir as deficiências quanto a qualidade nutricional das forrageiras.

Pequenas quantidades de energia e N prontamente solúveis podem aumentar a digestão da forragem de baixa qualidade e, em alguns casos, o seu consumo (Siebert & Hunter, 1982; Owens et al., 1991). A produção de N microbiano no rúmen pode ser limitada

também pelo suprimento de substratos facilmente fermentescíveis no caso de forragens tropicais; assim pequenas quantidades de grãos, no caso de animais em crescimento, para elevar a quantidade de N microbiano que chega ao intestino delgado pode melhorar a performance. De acordo com Sibert & Hunter (1982), a resposta na produção de animais em pastejo ao uso de suplemento é, provavelmente influenciada pelas características do pasto e do suplemento, bem como pela maneira de seu fornecimento e pelo potencial de produção do animal.

As flutuações no valor nutritivo das pastagens também ocorrem na época das chuvas e são capazes de influenciar a produção animal (Lopes et al., 1998). A suplementação passa a ter níveis nutricionais diferentes - principalmente menor teor de uréia - devido à mudança sazonal das forrageiras na época das águas em relação à época da seca, com maiores teores de energia, proteína, minerais, vitaminas e digestibilidade. Entretanto, acredita-se que à medida que a estação das chuvas vai avançando, principalmente no seu terço final, o teor de proteína bruta das pastagens vai decrescendo, justificando, assim, a inclusão da uréia em pequenas proporções neste tipo de mistura (Tomich et al., 2002). Normalmente, animais respondem a suplementação extra de proteína durante a época das águas, período quando a qualidade da pastagem em termos de digestibilidade e proteína são altas. Suplementos energéticos a nível ruminal e suplementos com alto teor de proteína não degradada no rúmen (PNDR) podem ter efeitos benéficos similares.

Suplementos energéticos para o rúmen e suplementos com alto teor de proteína escape seriam igualmente benéficos. O tipo de energia suplementada é importante, uma vez que a energia deve estar disponível para os microrganismos ao mesmo tempo em que o NH<sub>3</sub> (Noller et al., 1997). Suplementos energéticos parecem ter sua importância destacada quando existe potencial para alta produção de NH<sub>3</sub> e perda de proteína a nível ruminal.

Malafaia et al., (2003) salienta que a suplementação energética durante a estação chuvosa, poderia melhorar a utilização de proteína da forragem, principalmente quando a forragem consumida apresenta elevada degradação ruminal, conseqüentemente tem-se aumento no crescimento microbiano e do suprimento de proteína microbiana que escapa do rúmen.

Reis et al., (2004) apresentam outra alternativa para a suplementação nas águas, que seria o fornecimento de proteína de baixa degradação ruminal que permite a absorção de aminoácidos no intestino, tendo como resultado o efeito positivo sobre o consumo de

fornagem e o desempenho animal. Poppi e McLennan, 1995 citados por Zervoudakis et al., 2002 verificou que há resposta no desempenho animal quando há aumento no fornecimento de proteína intestinal, em animais em pastejo durante o período das chuvas. Porém, quando o suplemento conter significativa quantidade de energia disponível, a resposta animal pode não acontecer, pois nesses casos pode ocorrer o efeito substitutivo, particularmente em pastagens de alta qualidade.

Efeito associativo é entendido como sendo o efeito da interação entre os componentes da dieta. Suplementos energéticos e proteicos são frequentemente fornecidos para aumentar o desempenho animal de bovinos em pastejo, no entanto, esse acréscimo pode ser maior ou menor que o esperado dependendo da quantidade e do tipo de suplemento. Esses desvios do desempenho esperado são consequência das interações entre a forrageira e suplemento, que aumenta ou decresce o consumo de forragem e conseqüentemente a disponibilidade de energia ingerida (Euclides, 2004; Moore et al., 1999). Os efeitos associativos positivos ocorrem quando a suplementação com grãos promove aumento no consumo de matéria seca e/ou na digestão da forragem, devido ao suprimento de nutrientes limitantes (ex. nitrogênio e fósforo), que estão presentes no suplemento, mas não na forragem basal em quantidades suficientes para atender as exigências dos animais. Os efeitos associativos negativos ocorrem quando a suplementação diminui o consumo e/ou a digestão da forragem, e podem causar redução na eficiência de utilização dos suplementos (Dixon & Stockdales, 1999).

A suplementação se torna uma alternativa bastante eficiente na produção de bovinos em sistema de pastejo merecendo atenção por parte do setor produtivo e da pesquisa, com vistas a massificação da técnica e da melhoria na eficiência dos sistemas de produção de carne bovina a pasto. A suplementação, durante a estação das chuvas, também pode trazer resultados positivos em ganho de peso e uma melhora dos outros índices zootécnicos, especialmente os relacionados com a reprodução. Atenção especial deve ser dada à viabilidade econômica da suplementação nesta época do ano. Na formulação de suplementos para a época seca devem-se usar fontes de proteína de alta degradabilidade ruminal ou uréia.

### 1.3 Utilização de Enzimas Fibrolíticas na Nutrição de Ruminantes

As enzimas são proteínas globulares de estrutura terciária ou quaternária com especificidade para determinado substrato e reação e que apresentam um sítio ativo que as

permite atuar na catálise de reações químicas do metabolismo animal com disponibilização de nutrientes (Fireman & Fireman, 1998).

Porém a ocorrência da ação catalítica depende da concentração do substrato e da enzima, do ambiente que envolve temperatura, pH, umidade, presença de cofatores e inibidores (Campestrini et al., 2005).

As enzimas podem ser obtidas de vegetais, animais e de microrganismos, entre eles bactérias e fungos, mas para a produção comercial elas são provenientes da fermentação de bactérias do gênero *Bacillus* sp. ou de fungos do gênero *Aspergillus* sp. (Ferket, 1996).

A molécula pela qual a enzima atua chama-se substrato, pois é a partir do substrato específico que a enzima irá desenvolver sua atividade de aderência. Desta forma, a enzima abre uma “fenda” de ligação ao substrato, chamada de sítio ativo, os sítios ativos são grupos de aminoácidos capazes de proporcionar ligações não-covalentes com o substrato, colaborando assim para síntese de produtos oriundos da ação de células e microrganismos afins ao substrato (NORTHROP et al. 1990).

Com a prática da utilização de enzimas exógenas na dieta dos animais pode ocorrer redução dos efeitos negativos causados por fatores antinutricionais, maior digestibilidade e melhor disponibilidade dos nutrientes que compõem as dietas, maior desempenho produtivo e redução de impactos ambientais (Lima et al., 2007).

De acordo Newbold (1997), as enzimas fibrolíticas poderiam potencializar a degradação dos polissacarídeos estruturais juntamente com as enzimas produzidas pelos microrganismos do rúmen, estimulando a taxa de degradação da fibra. A digestibilidade da hemicelulose pode estar associada à composição em monossacarídeos e às ligações com compostos fenólicos, entre eles, os ácidos p-cumárico e ferúlico, que poderiam formar ligações entre a hemicelulose e a lignina, dificultando a ação das enzimas digestivas (BESLE et al., 1994). Considerando que nem todos os sítios ativos do substrato disponíveis para a atuação das enzimas microbianas estejam ocupados, o aumento na concentração de enzimas (celulase e xilanase) poderia proporcionar aumento na taxa de digestão da parede celular no rúmen com o auxílio da atividade microbiana (DEHORITY; TIRABASSO, 1998).

Os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) são polímeros de açúcares simples, entre eles, celulose, hemicelulose, quitinas e pectinas que fazem parte da parede celular de alimentos de origem vegetal (Brito et al., 2008). Os PNAs apresentam capacidade de se ligarem à água, logo quando presentes na dieta dos animais em grandes quantidades

aumentam a viscosidade da digesta pela formação de géis o que pode influenciar as propriedades morfológicas e estruturais do trato intestinal (Choct et al., 2004).

Dentre as enzimas carboidrases, a glucanase, xilanase, celulase e pectinase são as principais suplementadas na nutrição animal (Cousins, 1999).

A xilanase é uma enzima que pertence à classe das carboidrases, que degrada o polissacarídeo chamado de hemicelulose (xilano). Sua aplicação é bem flexível, podendo atuar de forma bem variada em inúmeros processos, na maioria dos casos onde há presença de fibra de origem vegetal nas dietas, há a presença da hemicelulose, fração constituinte da fibra, mas especificamente seus constituintes são os beta-glucanos e arabinoxilanos. Estas estruturas são classificadas como polissacarídeos não amiláceos, pois possuem cadeias de sacaroses complexas em suas estruturas, que em muitos casos são pouco aproveitados como fontes energéticas nas dietas. Mais da metade da hemicelulose é constituída de xilanas, que perde somente para a celulose quanto a quantidade de polissacarídeos. Juntas as duas frações da fibra representam o maior volume de polissacarídeos na natureza. (SORIO et al. 2012).

Beta-glucanase é uma enzima constituinte da classe das carboidrases, e sua ação específica é basicamente hidrolisar polissacarídeos estruturais, a exemplo da celulose. Beta-glucanos possuem esta nomenclatura por apresentar polímeros de glicose com ligações beta 1,4 e beta 1,3. Segundo Henry et al. (1988) em seus estudos pioneiros em beta-glucanase, observou seus efeitos primeiramente em cevada, para depois avaliar outros cereais.

A enzima endo-1,4-xilanase ou simplesmente xilanase é classificada como glicosidase e catalisa a hidrólise das ligações do tipo 1,4 entre os resíduos de xilose na xilana (Prade, 1995).

Esta enzima é responsável pela degradação da celulose, principal composto presente nas células das estruturas vegetais, trata-se de um polissacarídeo composto por várias unidades de glicose. A celulase atua nas ligações entre as moléculas de glicose que compõem a celulose, realizando a adesão das bactérias celulolíticas ao substrato, que logo realizam a quebra destas ligações complexas, as transformando em moléculas de glicose simples (LJUNGDAHL et al. 1998).

Além da celulase, outras 3 enzimas fazem parte do mesmo grupo: A endoglucanase, que atua na parte interna da fibra de celulose, liberando partículas pequenas de glicoses; A exoglucanase, que atua nas extremidades da celulose, liberando unidade de celobiose (glicoses livres) e compostos duplos de glicose; E a betaglicosidase, que atua quebrando as



ligações duplas de celobiose, as biotransformando em glicoses simples (LJUNGDAHL et al. 1998). Dentro da nutrição animal, as celulases são fundamentais para degradar alimentos fibrosos das dietas consumidas pelos animais. A sua presença melhora a digestibilidade das fibras vegetais, tanto de carboidratos fibrosos com os não-fibrosos. Sua ação ocorre na parede celular destas estruturas junto aos microrganismos presentes no sistema digestivo de monogástricos e ruminantes, disponibilizando mais energia para o animal converter em leite ou carne (BEAUCHEMIN et al. 2003).

As enzimas vêm sendo utilizadas, com sucesso, há algum tempo na nutrição de monogástricos, e suas ações específicas em substratos distintos possibilita um desempenho satisfatório na nutrição destes animais, em parâmetros de desempenho e saúde animal. Em ruminantes, os de estudos de Chen et al., (1979); Beauchemin et al., (1997) e McAllister et al., (1999) vêm buscando alcançar o mesmo sucesso obtido em frangos e suínos. Porém, a característica digestiva de ruminantes, o rúmen, torna o processo um tanto quanto desafiador. Por possuírem hábitos alimentares específicos, a fibra vegetal até então unânime nas dietas de bovinos, cada vez mais vem perdendo espaço para cereais e carboidratos de rápida fermentação, como o milho, farelos de soja, farelo de trigo, entre outros. Esta característica acaba fomentando estudos com xilanases, glucanases, celulases, já que estas enzimas são capazes de atuarem nestes diferentes substratos e proporcionarem melhor disponibilidade de fontes energéticas, como os polissacarídeos não-amiláceos, açúcares de difícil ataque enzimático por estarem presentes na parede celular de forrageiras e cereais (BEAUCHEMIN et al. 2007).

Os dados encontrados por Anisson e Choct (1991), mostraram que além da produção enzimática endógena proporcionada pelos microrganismos do rúmen, a associação de algumas enzimas na forma exógena proporcionava melhor ambiente ruminal e uma boa co-relação com melhores desempenhos em bovinos de corte.

## **2. HIPÓTESE**

Animais sendo suplementados com plano nutricional de proteico – energético e adição de 4,75 gramas do blend de carboidrases terão, melhor metabolismo, melhor digestão e consequentemente melhor desempenho sobre os demais tratamentos.

### **3. OBJETIVOS**

#### **2.3.1 Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho foi avaliar dois planos nutricionais com a adição de doses crescentes de um blend de carboidrases, na digestão e no metabolismo, de bovinos de corte em recria na transição secas águas.

#### **2.3.2 Objetivos Específicos**

Avaliar o consumo de pasto, consumo de suplemento, digestibilidade da matéria seca e nutrientes, fermentação ruminal, síntese de proteína microbiana, e balanço de nitrogenio.

### **4. JUSTIFICATIVA**

O uso de enzimas como aditivos é um conceito extremamente inovador na nutrição de ruminantes, principalmente por encontrar alternativas sustentáveis que melhorem a utilização dos ingredientes utilizados nas dietas, como milho e soja, fazendo uma melhor degradação de fibras, que é o principal alimento de animais criados a pasto e pelo aumento da preocupação com os efeitos ambientais da produção de ruminantes.

### **5. MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizados 5 novilhos, canulados no rúmen, com peso médio de 350 kg. Os animais foram divididos aleatoriamente em 1 quadrados latino 5X5. O período experimental foi de 15 dias sendo que 10 para a adaptação das dietas experimentais e 5 para a colheita de dados.

As dietas experimentais foram: 1- Suplementação proteico-energética 0,3% PV; 2 – Suplementação proteico-energética 0,3% PV +1 g/animal/dia de Ronozyme WX (xilanase) e 3,75 g/animal/dia de Ronozyme VP (beta-glucacanse, pectinase e hemicelulase); 3- Suplementação proteico-energética 0,3% PV +2 g/animal/dia de Ronozyme WX (xilanase) e 7,50 g/animal/dia de Ronozyme VP (beta-glucacanse, pectinase e hemicelulase); 4- Suplementação proteica 0,1% PV; 5- Suplementação proteica 0,1% PV +1 g/animal/dia de

Ronozyme WX (xilanase) e 3,75 g/animal/dia de Ronozyme VP (beta-glucacanse, pectinase e hemicelulase); As recomendações nutricionais e de consumo de suplemento, bem como a dose de enzima utilizada foram feitas de acordo com o ensaio de desempenho.

A medição de consumo e a pesagem dos animais é feito através do sistema intergado, os comedouros que ficam apoiados sobre células de carga, possibilitando o registro eletrônico do alimento consumido por cada animal, além disso os cochos possuem modelos com portas para o controle de acesso ao alimento. Assim o animal com brinco específico é registrado para entrar somente em uma porta, com a sua aproximação o sistema faz a leitura do brinco e a porta é aberta. Os animais serão pesados de forma voluntária todas as vezes que beberem água, sendo reconhecidos individualmente através do brinco eletrônico, quando se aproxima do bebedouro, ele sobe em uma plataforma, que está situada a balança. O sistema capta o peso do animal e armazena em um banco de dados.

### 5.1 Consumo de matéria seca

No primeiro dia de cada período experimental, foi determinada a disponibilidade total de forragem, através do corte rente ao solo de 10 áreas delimitadas por quadrados metálicos (0,25 m<sup>2</sup>) aleatoriamente dentro de cada piquete, conforme descrito por McMeniman (1997). As amostras foram sub-amostradas duas vezes e uma das sub-amostras foi seca e pesada para estimar a disponibilidade de matéria seca total e a segunda sub-amostra foi separada em folha, colmo e material senescente para determinação da proporção de cada componente morfológico do capim.

Tabela 1- Médias ( $\pm$  desvio padrão) da composição química dos suplementos experimentais e pastagem

Item	Pastagem	Suplementos experimentais	
		Proteico <sup>1</sup>	Proteico-energético <sup>2</sup>
Matéria seca	52.21 $\pm$ 0.56	92.56 $\pm$ 1.14	88.45 $\pm$ 1.75
Proteína bruta	6.59 $\pm$ 0.75	34.91 $\pm$ 1.28	25.42 $\pm$ 1.34
Extrato etereo	2.54 $\pm$ 0.02	3,21 $\pm$ 0,15	3,78 $\pm$ 0,22
Fibra em detergente neutro	67.60 $\pm$ 4.61	19.34 $\pm$ 2.89	18.32 $\pm$ 3.36
Fibra em detergente ácido	40.10 $\pm$ 3.92	5.42 $\pm$ 2.01	3.79 $\pm$ 1.95
Lignina	7.89 $\pm$ 0.98	2,56 $\pm$ 1,12	2,89 $\pm$ 1,23
Nutrientes digestíveis totais <sup>3</sup>	51.89 $\pm$ 2.21	55.56 $\pm$ 1.26	66,21 $\pm$ 1,35

<sup>1</sup>Composição macro e micromineral proteico ( Ca 68,00 g/kg; P 18,00 g/kg; S 8,0 g/kg; Na 47,00 g/kg; Co 2,3 mg/kg; Cu 200 mg/kg; Fe 150,00 mg/kg; I 10,0 mg/kg; Mn 400,00 mg/kg; Se 2,0 mg/kg; Zn 1.000,00 mg/kg; Vit A 40.000 UI/kg; Fl 180 mg/kg).

<sup>2</sup>Composição macro e micromineral proteico ( Ca 28,00 g/kg; P 8,00 g/kg; S 4,0 g/kg; Na 19,50 g/kg; Co 3,00 mg/kg; Cu 80,00mg/kg; Cr 1,50 mg/kg; Fe 150,00 mg/kg; I 8,0

mg/kg; Mn 100,00 mg/kg; Se 1,50 mg/kg; Zn 400,00 mg/kg; Vit A 40.000 UI/kg; Fl 80 mg/kg)

<sup>3</sup>Calculado de acordo com Capelle et al 2001.

No laboratório, as amostras de forragem e de suplemento foram realizadas ao mesmo tempo e analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), lignina (LIG) e Cinzas (CZ), conforme técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002).

Os teores de NDT da pastagem e do concentrado foram estimados segundo equações propostas por Capelle et al. (2001). O teor de NDT da forragem foi calculado baseado no teor de FDA, conforme equação:  $\%NDT = 74,49 - 0,5635*FDA$  ( $r^2=0,82$ ) e o teor de NDT do concentrado foram estimados baseado na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DMS), em que  $\%NDT = 9,6134+0,829*DMS$  ( $r^2=0,98$ ).

O consumo de matéria seca e digestibilidade foi determinado baseado na relação entre um indicador externo (dióxido de titânio,  $TiO_2$ ) e um indicador interno (FDNi); Os animais foram submetidos ao fornecimento de dióxido de titânio ( $TiO_2$ ) por dez dias consecutivos, com adaptação ao indicador externo, de cinco dias e cinco dias de coleta (Ferreira et al. 2009a). O fornecimento do indicador externo (dióxido de titânio) aos animais foi iniciado no 2º dia experimental, sendo fornecidos 10g de dióxido de titânio por dia que foram acondicionados em cartucho de celulose sendo que 5g foram introduzidos diretamente no rúmen dos animais fistulados as 08h00min e as outras 5g introduzidas as 17h00min; conforme descrito por Ferreira et al. (2009).

As amostras de fezes foram coletadas diretamente no reto dos animais uma vez por dia, por cinco dias consecutivos (D7 - 6 h, D8 - 8 h, D9 - 10 h, D10 - 12 h e D11-14 h); em quantidades aproximadas de 200 g, sendo acondicionadas em sacos plásticos, identificados por tratamento e período e congeladas a  $-10^\circ C$ . As concentrações de  $TiO_2$ , foram analisados por espectrofotometria UV/Vis, conforme metodologia descrita por Myers et al. (2004).

Para a determinação da produção fecal foi utilizada a fórmula:

$$EF = OF/COF$$

Em que: EF = Excreção Fecal diária (g/dia); OF = dióxido de titânio fornecido (g/dia); COF = Concentração de dióxido de titânio nas fezes (g/g MS).

Para as estimativas de consumo de matéria seca da pastagem, a partir da utilização do indicador interno, fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), foi adotado o procedimento único sequencial, conforme metodologia descrita por Penning & Johnson (1983) adaptado por Detmann et al. (2001) com base na degradabilidade *in situ*, por 288 horas. A estimação do consumo de matéria seca foi realizada, empregando-se a equação:

$$\text{CMS (kg/dia)} = \left\{ \left[ \frac{(\text{EF} \times \text{CIF}) - \text{IS}}{\text{CIFO}} \right] - \text{CMSS} \right\}$$

Em que: CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg); CIFO = concentração do indicador na forragem (kg/kg); CMSS = consumo de matéria seca de suplemento (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); e IS = indicador presente no suplemento (kg/dia).

## 5.2 Fermentação ruminal

O fornecimento do suplemento foi ofertado sempre no mesmo horário todos os dias (8 horas da manhã) do período experimental. As amostras de líquido ruminal foram coletadas no último dia de cada período (D15), sendo a coleta realizada com 0, 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação. Logo após a coleta foram determinados os valores de pH ruminal utilizando um potenciômetro. As amostras foram colhidas e congeladas a -20°C para posterior avaliação. No laboratório as amostras foram descongeladas, centrifugadas a 2.000 x g por 15 minutos, 2 mL do sobrenadante foi pipetado e armazenado em tubos de ensaio contendo 1 mL de ácido sulfúrico a 1 N, para determinação da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>). Outro pool de amostra 2 ml foi pipetado em tubo de ensaio contendo 400 µl de ácido metafosfórico PA para a determinação de ácidos graxos de cadeia curta. Após a centrifugação e processamento das amostras essas foram congeladas e armazenadas a -4°C.

## 5.3 Síntese de proteína microbiana

As análises de alantoína foram realizadas pelo método colorimétrico, conforme técnica de Fujihara et al. (1987), descrita por Chen & Gomes (1992). A excreção total de derivados de purina (DP) foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretado na urina, expressas em mmol/dia. As purinas microbianas absorvidas (Pabs, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas na urina (DP, mmol/dia), por meio da

equação:  $DP = 0,85 * P_{abs} + 0,385 * PV^{0,75}$ , em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados urinários de purinas e  $0,385 PV^{0,75}$ , a contribuição endógena para a excreção de purinas (VERBIC ET AL. 1990).

#### 5.4 Balanço de Nitrogênio

Para o cálculo do balanço de nitrogênio foi analisado o conteúdo de nitrogênio da urina, fezes e alimentos através do método de Kjeldhal de acordo com (AOAC 2002). O volume urinário foi calculado da seguinte maneira:  $VU (l/dia) = (27,36 \times PV) / [creatinina]$ , onde 27,36 representam o valor da excreção diária média de creatinina, em ppm PV, obtido por Rennó et al. (2000), PV é o peso vivo do animal e [creatinina] é a concentração de creatinina, em mg/L, encontrada na amostra de urina *spot* dos animais.

#### 5.5 Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao SAS (Version 9.1.3, SAS Institute, Cary, NC 2004), verificando a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias pelo PROC UNIVARIATE. Os dados foram analisados, pelo PROC MIXED de acordo com a seguinte modelo:

$$Y_{ijklm} = \mu + A_i + P_j + S_l + E_m + S_l * E_m e_{ijklm}$$

onde:  $Y_{ijklm}$  = variável dependente,  $\mu$  = média geral,  $A_i$  = efeito de animal ( $j = 1$  a 5),  $P_j$  = efeito do período ( $y = 1$  a 5),  $S_l$  = efeito suplemento ( $l = 1$  a 2), efeito de enzima ( $m = 1$  a 2),  $S_l * E_m$  = efeito de interação entre suplemento e enzima e  $e_{ijklm}$  = erro. O efeito aleatório do modelo (random) foi caracterizado por:  $A_i$  e  $P_j$ . Os graus de liberdade foram corrigidos por  $DDFM = kr$ . Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial simples para o tratamento “suplemento proteico energético”. Para o tratamento “suplemento proteico” foi realizado T TEST entre os níveis de blend enzimático e contrastes ortogonais C1 (suplemento proteico vs suplemento proteico-energético), pelo PROC MIXED do SAS, versão 9.0 (SAS, 2009), adotando-se nível de significância de 5%.

## 6. RESULTADOS

Os novilhos submetidos ao plano nutricional proteico-energético apresentaram maior ( $P \leq 0,045$ ) digestibilidade da matéria seca e proteína bruta em relação aos animais submetidos ao plano nutricional proteico. O coeficiente de digestibilidade médio observado foi (529,73 vs 502,93 g/kg) respectivamente para o plano proteico-energético e proteico. O maior ganho de peso apresentado pelos animais submetidos ao plano nutricional (proteico-energético) pode ser justificado pelos resultados de digestibilidade de matéria seca e nutrientes. O aumento na absorção e retenção de nutrientes de animais em sistemas de pastejo está relacionado ao efeito aditivo do consumo de suplemento a ingestão de pastagem proporcionando taxa de passagem proporcional ao aumento de digestão e desempenho.

Não foi observado diferenças para as variáveis de consumo e digestibilidade em relação para o suplemento proteico. Muito provavelmente a inclusão de 4.75g de blend enzimático no suplemento proteico não teve capacidade de modificar a taxa de digestão e passagem com o nível de consumo de pastagem apresentado por este suplemento.

Foi observado efeito linear crescente para a digestibilidade da matéria seca ( $Y = 537.56 + 12.875X$ ;  $r^2 = 0.16$ ) e fibra em detergente neutro ( $Y = 468.85 + 11.547X$ ;  $r^2 = 0.15$ ). Desta forma para o coeficiente de digestibilidade da matéria seca, para aumentos de 1 g/dia do blend enzimático foi observado aumentos de digestibilidade 12,87 g/kg. Para a digestibilidade da fibra em detergente foi observado aumentos de 11,55 g/kg com aumento de 1 g/dia do blend enzimático.

Tabela 2- Consumo e digestibilidade de acordo com os suplementos experimentais

Item	Suplementos experimentais <sup>1</sup>					EPM <sup>2</sup>	Valor de P <sup>3</sup>		
	Proteico-energético		Proteico				C1	C2	C3
	0	4.75	9.5	0	4.75				
Consumo (kg/dia)									
Pasto	4.85	4.54	4.70	4.76	4.42	0.397	0.024	0.871	0.348
Suplemento	1.15	0.920	1.04	0.245	0.251	0.100	0.001	0.514	0.232
Matéria seca	6.00	5.46	5.75	5.01	4.67	0.398	0.021	0.795	0.286
Proteína bruta	0.619	0.501	0.572	0.375	0.340	0.032	0.001	0.536	0.165
FDN	3.51	2.87	3.39	3.25	3.14	0.282	0.910	0.862	0.339
FDA	1.99	1.63	1.95	1.91	1.87	0.174	0.858	0.914	0.355
NDT	3.17	2.83	3.03	2.62	2.38	0.200	0.014	0.762	0.280
Consumo (%PC)									
Matéria seca	1.95	1.66	1.83	1.62	1.50	0.130	0.022	0.739	0.274
FDN	1.03	0.833	0.969	0.848	0.768	0.065	0.187	0.711	0.263
Digestibilidade (g/kg)									

Matéria seca	509.09	525.22	553.51	505.22	500.63	4.213	0.045	0.021	0.485
Proteína bruta	830.95	821.91	817.62	786.97	791.88	2.547	0.001	0.178	0.769
FDN	447.99	453.67	485.65	434.49	418.23	3.024	0.547	0.012	0.365

<sup>1</sup>Suplemento proteico (0.1% peso vivo); suplemento proteico-energético (0.3% peso vivo). Níveis de carboidrases ( 4.75 g/anima/dia (1 g/animal/dia de Ronozyme WX (xilanas) e 3,75 g/animal/dia de Ronozyme VP (beta-glucacanse, pectinase e hemicelulase) e 9.5 g/animal/dia (2 g/animal/dia de Ronozyme WX (xilanas) e 7.5 g/animal/dia de Ronozyme VP (beta-glucacanse, pectinase e hemicelulase)).<sup>2</sup>EPM = erro padrão da média.<sup>3</sup> C1 ( proteico vs proteico energético; C2 ( efeito linear para suplemento proteico energético); C3 ( efeito quadrático para suplemento proteico energético). <sup>a-b</sup>letras diferentes na mesma linha, médias diferenciam-se a 5% no teste de T para suplemento proteico.

Os novilhos suplementados com o plano nutricional proteico-energético apresentaram maior ( $P \leq 0,049$ ) concentração de acetato, propionato e butirato e menor ( $P = 0,028$ ) relação acetato/propionato em relação aos animais submetidos ao plano nutricional proteico. A concentração média de acetato (61,63 vs 58,78 mmol/L) e propionato (15,18 vs 13,66 mmol/L), respectivamente para o plano nutricional proteico-energético e proteico respectivamente (Tabela 3).

Os novilhos suplementados com 4.75 g/dia de blend enzimático no suplemento proteico apresentaram maior concentração de N-NH<sub>3</sub>, acetato, ácidos graxos totais e relação acetato/propionato. Entretanto apresentaram menor concentração de propionato.

Foi observado efeito quadrático para a concentração de N-NH<sub>3</sub> ( $Y = 32,206 - 2,827X + 0,237X^2$ ;  $r^2 = 0,22$ ), onde o ponto ótimo de inclusão do blend enzimático para o plano nutricional proteico- energético foi de 4,78 g/dia. Em relação as concentrações de acetato ( $Y = 58.437 + 0.6738X$ ;  $r^2 = 0.18$ ) e propionato ( $Y = 14.468 + 0.1510X$ ;  $r^2 = 0.21$ ), foi observado efeito linear crescente. Para o acetato, para acréscimos de 1 g/dia de blend enzimático foi observado aumentos de 0,6738 mmol/L e 0,151 mmol/L de propionato.

Tabela 3- Fermentação ruminal de acordo com os suplemente os experimentais

Item	Suplementos experimentais <sup>1</sup>					EPM <sup>2</sup>	Valor de P <sup>3</sup>		
	Proteico-energético			Proteico			C1	C2	C3
	0	4.75	9.5	0	4.75				
pH	6.06	6.10	6.01	6.14	6.12	0.037	0.089	0.504	0.261
N-NH <sub>3</sub> (mg/dL)	32.20	24.13	26.79	22.82 <sup>b</sup>	34.24 <sup>a</sup>	1.885	0.874	0.083	0.048
mmol/L									
Acetato	58.59	61.31	64.99	52,48 <sup>b</sup>	65,09 <sup>a</sup>	2.354	0.013	0.002	0.901
Propionato	14.76	14.59	16.20	15.07 <sup>a</sup>	12.25 <sup>b</sup>	0.781	0.041	0.021	0.453
Butirato	8.31	8.37	9.38	8.19	7.06	0.430	0.008	0.224	0.512
Isobutirato	0.777	0.843	0.842	0.805	0.699	0.039	0.485	0.179	0.385
Valerato	0.907	0.883	0.829	1.068	0.944	0.069	0.183	0.556	0.896
Isovalerato	0.577	0.624	0.684	0.533	0.530	0.045	0.198	0.310	0.941
AGCR	2.26	2.35	2.35	2.40	2.17	0.144	0.978	0.671	0.826
Totais	83.93	86.64	92.93	78.14 <sup>b</sup>	86.57 <sup>a</sup>	3.632	0.546	0.213	0.753
Acetato/propionato	4.02	4.23	4.04	3.48 <sup>b</sup>	5.31 <sup>a</sup>	0.072	0.028	0.909	0.230



<sup>1</sup>Suplemento proteico (0.1% peso vivo); suplemento proteico-energético (0.3% peso vivo). Níveis de carboidrases ( 4.75 g/animal/dia (1 g/animal/dia de Ronozyme WX (xilanase) e 3,75 g/animal/dia de Ronozyme VP (beta-glucacanse, pectinase e hemicelulase) e 9.5 g/animal/dia (2 g/animal/dia de Ronozyme WX (xilanase) e 7.5 g/animal/dia de Ronozyme VP (beta-glucacanse, pectinase e hemicelulase)).<sup>2</sup>EPM = erro padrão da média.<sup>3</sup> C1 ( proteico vs proteico energético; C2 ( efeito linear para suplemento proteico energético); C3 ( efeito quadrático para suplemento proteico energético).

Os animais submetidos ao plano nutricional proteico- energético apresentaram maior ( $P \leq 0,045$ ) excreção de mmol/dia de alantoina, ácido úrico, purinas totais e purinas absorvíveis e maior ( $P = 0,021$ ) produção de nitrogênio e proteína microbiana em relação aos novilhos submetidos ao plano proteico) (Tabela 4). A concentração média de nitrogênio microbiano (204,81 vs 14,02 g/dia), respectivamente para o plano proteico-energética e proteico. Adicionalmente não foi observado efeito linear ou quadrático para os níveis de blend enzimático em relação ao plano nutricional proteico-energético.

Tabela 4- Síntese de proteína microbiana de acordo com os suplemente os experimentais

Item	Suplementos experimentais <sup>1</sup>					EPM <sup>2</sup>	Valor de P <sup>3</sup>		
	Proteico-energético		Proteico				C1	C2	C3
	0	4.75	9.5	0	4.75				
mmol/L									
Alantoina	8.52	10.30	11.69	6.24 <sup>b</sup>	18.72 <sup>a</sup>	1.667	0.244	0.783	0.948
Ácido úrico	1.25	1.10	1.20	1.30	1.06	0.068	0.663	0.247	0.547
Purinas totais	9.77	11.40	12.89	7.55 <sup>b</sup>	19.79 <sup>a</sup>	1.679	0.414	0.287	0.548
mmol/dia									
Alantoina	294.53	185.95	189.05	94.10 <sup>b</sup>	200.51 <sup>a</sup>	6.547	0.032	0.254	0.247
Ácido úrico	38.43	19.91	19.94	32.26	24.15	2.547	0.045	0.145	0.198
Purinas totais	332.97	205.86	208.99	126.37 <sup>b</sup>	224.66 <sup>a</sup>	6.874	0.001	0.308	0.487
Purinas abs.	381.44	229.90	233.77	135.47 <sup>b</sup>	252.44 <sup>a</sup>	5.987	0.003	0.341	0.412
g/dia									
N-mic	277.32	167.15	169.96	98.49 <sup>b</sup>	183.54 <sup>a</sup>	8.547	0.021	0.307	0.523
PB-mic	1733.27	1044.68	1062.28	615.59 <sup>b</sup>	1147.11 <sup>a</sup>	12.547	0.021	0.307	0.523

<sup>1</sup>Suplemento proteico (0.1% peso vivo); suplemento proteico-energético (0.3% peso vivo). Níveis de carboidrases ( 4.75 g/animal/dia (1 g/animal/dia de Ronozyme WX (xilanase) e 3,75 g/animal/dia de Ronozyme VP (beta-glucacanse, pectinase e hemicelulase) e 9.5 g/animal/dia (2 g/animal/dia de Ronozyme WX (xilanase) e 7.5 g/animal/dia de Ronozyme VP (beta-glucacanse, pectinase e hemicelulase)).<sup>2</sup>EPM = erro padrão da média.<sup>3</sup> C1 ( proteico vs proteico energético; C2 ( efeito linear para suplemento proteico energético); C3 ( efeito quadrático para suplemento proteico energético).

Os novilhos submetidos ao plano nutricional proteico-energético apresentaram maior ( $P = 0,001$ ) consumo de nitrogênio e maior concentração de nitrogênio absorvido e retido em relação aos submetidos ao plano proteico (Tabela 5). A concentração média de nitrogênio

absorvido foi de (38,28 vs 6,27 g/dia), respectivamente para os plano proteico-energético e proteico.

Adicionalmente não foi observado efeito linear ou quadrático em relação aos níveis de blend de carboidratos sobre o plano nutricional proteico-energético.

Tabela 5- Balanço de nitrogênio de acordo com os suplementos experimentais

Item	Suplementos experimentais <sup>1</sup>					EPM <sup>2</sup>	Valor de P <sup>3</sup>		
	Proteico-energético			Proteico			C1	C3	C4
	0	4.75	9.5	0	4.75				
g/dia									
N-consumido	99.03	80.18	91.62	60.03	54.49	5.225	0.001	0.536	0.165
N-fezes	51.59	46.54	57.85	54.85	47.14	3.214	0.959	0.553	0.377
N-urina	24.99	17.38	24.11	17.09	23.60	1.659	0.547	0.881	0.243
Balanço (g/dia)									
Absorvido	47.43	33.64	33.77	5.18	7.35	5.235	0.001	0.151	0.385
Retido	22.43	16.25	9.65	-11.91	-16.25	2.689	0.001	0.073	0.968

<sup>1</sup>Suplemento proteico (0.1% peso vivo); suplemento proteico-energético (0.3% peso vivo). Níveis de carboidratos ( 4.75 g/animal/dia (1 g/animal/dia de Ronozyme WX (xilanase) e 3,75 g/animal/dia de Ronozyme VP (beta-glucacanse, pectinase e hemicelulase) e 9.5 g/animal/dia (2 g/animal/dia de Ronozyme WX (xilanase) e 7.5 g/animal/dia de Ronozyme VP (beta-glucacanse, pectinase e hemicelulase)).<sup>2</sup>EPM = erro padrão da média.<sup>3</sup> C1 ( proteico vs proteico energético); C2 ( efeito linear para suplemento proteico energético); C3 ( efeito quadrático para suplemento proteico energético).

## 7.0 DISCUSSÃO

O modo de ação da enzima fibrolítica quando aplicada antes da alimentação pode alterar a estrutura do alimento, favorecendo a sua digestão. Beauchemin et al. (2003) sugerem uma interação entre enzima e alimento, o que promoveria um ataque/degradação enzimática antes da ingestão do alimento, o que aumentaria a resistência das enzimas a proteólise ruminal, devido a uma formação de um complexo enzimático. Além disso, os autores relataram aumento na digestibilidade e produção de leite quando os animais receberam enzima no concentrado e não na TMR (YANG et al., 2000). No presente estudo, os produtos enzimáticos foram misturados ao concentrado e armazenados pelos menos durante cinco dias antes de serem oferecidos as vacas, mesmo assim, não encontramos efeitos positivos das enzimas exógenas sobre o desempenho dos animais.

O maior consumo de pasto observado pelos animais do plano proteico energético, pode ser atribuído pelo maior consumo de suplemento e maior conteúdo energético desse

suplemento aumentando assim o consumo de pasto. Conforme destacado por Krause et al. (1998), o efeito das enzimas exógenas no consumo dos animais pode ser associado à liberação de açúcares redutores e efeitos na degradação parcial de FDN e FDA.

Vários fatores podem influenciar a resposta animal à suplementação enzimática, como preparação do produto, dose, atividade enzimática (Arriola et al., 2017), método de fornecimento (Kung et al., 2002), fração da dieta à qual a enzima é adicionada (concentrado, TMR, ou silagem; Bowman et al., 2002), estabilidade das enzimas no rúmen (McAllister et al., 2001), mecanismo de ação (Beauchemin e Holtshausen, 2010) e composição basal da dieta (Gandra et al., 2017 ; Tirado-González et al., 2018).

Conforme destacado por Zilio et al. (2019), ainda é um desafio para nutricionistas de ruminantes recomendar suplementos enzimáticos, pois os resultados invariavelmente têm pequena magnitude e são inconsistentes na literatura. Além disso, os efeitos mais positivos dos suplementos enzimáticos foram relatados em condições específicas, como dietas com baixo teor de amido e fontes de forragem com baixa degradabilidade.

A maior digestibilidade da matéria seca e proteína bruta observada para o plano nutricional proteico-energético está relacionado com o maior consumo de pasto e matéria seca apresentada pelos novilhos submetidos ao plano nutricional supracitado. Beauchemin et al. 2003 reportou que a adição de blend enzimático fibrolítico em dietas de alta proporção de forragem de taxa de passagem reduzida aumentou em 11% a digestibilidade do FDN.

As concentrações de acetato, propionato e butirato apresentados pelo plano nutricional proteico energético justifica-se pelo consumo e digestibilidade da matéria seca e nutrientes apresentados por este plano nutricional aliado a alta porcentagem de forragem da dieta dos animais.

Independente do plano nutricional o aumento de N-NH<sub>3</sub> e ácidos orgânicos observados para a adição de 4,75 g de blend enzimático está relacionado como uma maior efetividade dos processos fermentativos relacionados ao crescimento e colonização microbiana de bactérias fibrolíticas como *Fibrobacter succinogenes* e as bactérias não fibrolíticas como *Ruminococcus amylophilus* e *Selenomonas ruminantium*. A aplicação de enzimas fibrolíticas levou ao aumento das populações de bactérias celulolíticas ruminais (Wang et al., 2001; Nsereko et al., 2002). Enzimas ruminais e exógenas podem trabalhar sinergicamente para aumentar o potencial hidrolítico no ambiente ruminal, e isso é provável um mecanismo

significativo pelo qual os aditivos enzimáticos melhoram a produção ruminal de ácidos orgânicos e nitrogênio amoniacal (Morgavi et al., 2000).

O impacto da utilização de enzimas fibrolíticas na utilização de N e síntese de proteína microbiana também foi avaliado em estudos prévios conduzidos em dietas para bovinos. Alguns trabalhos relatam que pode ocorrer aumento na digestibilidade da PB com a adição de enzimas fibrolítica na dieta (Salem et al., 2015). O efeito das enzimas exógenas no balanço nitrogenado possivelmente pode estar associado com a melhoria da digestibilidade de um componente da dieta pode fornecer substratos para bactérias que degradam outros componentes aumentados, com consequente efeito na degradabilidade de outros nutrientes no ambiente ruminal. Além disso, segundo os autores, a utilização de enzimas exógenas pode aumentar a quantidade de PB disponível para o metabolismo microbiano, reduzindo a excreção de nitrogênio nas fezes.

Gandra et al. (2017) avaliaram o efeito da suplementação de enzimas fibrolíticas no balanço de nitrogênio e na síntese de proteína microbiana em novilhas Jersey alimentadas com dietas à base de silagem de milho ou de cana-de-açúcar. Eles concluíram que o fornecimento de produtos enzimáticos com qualquer uma das fontes de forragem não mostrou efeitos de interação na síntese de proteína microbiana. No entanto, este estudo demonstrou que o uso de produto enzimático fibrolítico pode aumentar a digestibilidade da FDN e a absorção de N de dietas contendo fontes forrageiras de baixa qualidade, como a silagem de cana-de-açúcar.

Os efeitos das enzimas fibrolíticas da dieta sobre o equilíbrio do nitrogênio foram avaliados em vacas em fase de lactação em um estudo conduzido por Silva et al. (2016). Segundo os autores, a suplementação com EFE exerceu efeito quadrático sobre a excreção urinária e retenção de N em vacas, o que está relacionado ao efeito quadrático sobre a amônia N. Dessa forma, pode explicar parcialmente a alta retenção de N com doses intermediárias de EFE. Resultados semelhantes foram encontrados em bovinos e ovinos, devido à maior digestibilidade ruminal das dietas suplementadas com EFE em comparação às dietas controle (Hristov et al., 2000; Bhasker et al., 2013).

Zilio et al. (2019) avaliaram o efeito da adição de enzima fibrolítica e do impacto de enzima amilolítica nas dietas sobre diferentes variáveis, incluindo o balanço de nitrogênio e síntese de proteína bacteriana em vacas em lactação. Conforme os autores, não houve efeito na excreção dos derivados purinas, também não houve diferenças na síntese de N e proteína

microbiana. De forma similar, os autores mencionaram que a eficiência de síntese de proteína microbiana não apresentou diferenças quando os animais foram suplementados com dietas contendo enzima fibrolítica e/ou amilolítica.

A ausência de efeitos da inclusão de enzimas exógenas na síntese de proteína microbiana em outros estudos conduzidos em bovinos. Segundo observado por Takiya et al. (2017) e Nóziere et al. (2014) a inclusão de enzima amilolítica não influenciou a excreção dos derivados de purina, e conseqüentemente, na síntese de proteína microbiana. Da mesma forma, Silva et al. (2016) também não verificaram efeito da inclusão de enzima fibrolítica na síntese de proteína microbiana quando fornecida em dietas para vacas em lactação

## **8.0 CONCLUSÃO**

Ambos os planos nutricionais são recomendados para bovinos Nelore em fase de recria no período de transição secas-águas.

## **9.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANNISON, G.; CHOCT, M. Anti-nutritive activities of cereal non starch polysaccharides in broiler diets and strategies minimizing theirs effects. *World Poultry Science. J.*, p.47:232-242, 1991.

ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2006. 369p.

ARRIOLA, K. G., A. S. OLIVEIRA, X. Z. MA, I. J. LEAN, M. C. GIURCANU, and A. T. ADESOGAN. 2017. A meta-analysis on the effect of dietary application of exogenous fibrolytic enzymes on the performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100:4513–4527

BARBOSA, F.A.; GRAÇA, D.S.; MAFFEI, W.E.; SILVA Jr, F.V.; SOUZA, G.M. Desempenho e consumo de matéria seca de bovinos sob suplementação protéico-energética, durante a época de transição água-seca. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 59, n. 1, p. 160-167, 2007.

BEAUCHEMIN, K. A., and L. HOLTSHAUSEN. 2010. Developments in enzyme usage in ruminants. Pages 206–230 in *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. 2nd ed. CAB Int., Wallingford, UK

- BEAUCHEMIN, K. A.; D. COLOMBATTO, D. P.; MORGAVI, AND W.Z. YANG. Use of exogenous fibrolytic enzymes to improve feed utilization by ruminants. *Journal Animal Science*. 81: E37–E47, 2003.
- BEAUCHEMIN, K. A., D. COLOMBATTO, D. P. MORGAVI, and W. Z. YANG. 2003. Use of exogenous fibrolytic enzymes to improve feed utilization by ruminants. *J. Anim. Sci.* 81(E. Suppl.):E37–E47.
- BEAUCHEMIN, K.A.; RODE, L.M.; SEWALT, V.J.H. Effects of fibrolytic enzymes in corn or barley diets on performance and carcass characteristics of feedlot cattle. *Canadian Journal Animal Science*. 77: 645–653, 1997.
- BESLE, J.M.; CORNU, A.; JOUANY, J.P. Roles of structural phenylpropanoids in forage cell wall digestion. *Journal of Science and Food Agriculture*, v.64, p.171-190, 1994.
- Brito, M.S. de, C.F.S. de, Oliveira, T.R.G. da, Silva, R.B. de, Lima, S.N., Morais, J.H.V. da Silva. 2008. *Acta Veterinaria Brasilica*, 2 (4): 111-117.
- CAMPESTRINI, E., V.T.M., SILVA, M.D., Appelt. 2005. Utilização de enzimas na alimentação animal. *Revista Eletrônica Nutritime*, 2 (6): 254-267.
- CARDOSO, E. G. A cadeia produtiva da pecuária bovina de corte. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 1994 (Documentos, nº 49).
- CARVALHO; F.A.N.; BARBOSA, F.A.; McDOWELL, L.R. Nutrição de bovinos a pasto. Belo Horizonte: Papelform, 2003. 438p.
- CHEN, M.; WOLIN, M. J. Effect of monensin and lasalocid-sodium on the growth of methanogenic and rumen saccharolytic bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 38, n. 1, p. 72-77, 1979.
- CHOCT, M., A., Kocher, D.L.E., Waters, D., Pettersson, G., Ross. 2004. A comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, 92 (1): 53–61.
- COSTA, K. A. P; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V. Adubação nitrogenada para pastagens do gênero *Brachiaria* em solos do Cerrado. Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2006 (Documentos, nº 192).

COSTA, V. A. C. et al. Degradação in vitro da fibra em detergente neutro de forragem tropical de baixa qualidade em função da suplementação com proteína e/ou carboidratos. Revista Brasileira.

COUSINS, B. 1999. Enzimas na nutrição de aves. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV - Embrapa sobre Nutrição de Aves, pp: 1-15, Anais..., Concórdia, SC.

DEHORITY, B.A.; TIRABASSO, P.A. Effect of ruminal cellulolytic bacterial concentrations on in situ digestion of forage cellulose. Journal of Animal Science, v.76, p.2905-2911, 1998.

DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L.; 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, v. 162, p. 141-153, 2014.

DIXON, R. M.; STOCKDALE, C. R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. Australian Journal of Agricultural Research, Melbourne, v. 50, n. 5, p. 757-774, 1999.

DIXON, R.M.; STOCKDALE, C.R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. Australian Journal of Agricultural Research. Melbourne, v.50, n.5., p.757- 774. 1999.

EUCLIDES FILHO, K. O enfoque de cadeia produtiva como estratégia para produção

EUCLIDES FILHO, Kepler. Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo-ambiente-mercado. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000.

EUCLIDES, VPB.; FLORES R.; MEDEIROS, RN.; OLIVEIRA, MP. Diferimento de pastos de Brachiaria cultivares Basilisk e Marandu na região do Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.42, n.2, p.273-280, fev. 2007.

Ferket, P. 1996. Enzymes offer way to reduce waste, improve performance. Feedstuffs, 22: 30-34.

FERNANDES, H.J.; PAULINO, M.F.; MARTINS, R.G.R.; VALADARES FILHO, S.C.; TORRES, R.A.; PAIVA, L.M.; MORAES, G.F.B.K. Ganho de peso, conversão alimentar, ingestão diária de nutrientes e digestibilidade de garrotes não castrados de três grupos

genéticos em recría e terminação. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 33, n. 6, p. 2403 – 2411, 2004.

FERRAZ, J.B.S.; FELÍCIO, P.E. Production systems – An example from Brazil. Meat Science, v. 84, p. 238-243, 2010.

FIREMAN, F.A.T., A.K.B.A.T., FIREMAN. 1998. Enzimas na alimentação de suínos. Ciência Rural, 28 (1): 173-178.

FOWLER, V. R. Body development and some problems of its evaluation in Growth and Development of Mammals, Butterworth, London, 1968.

GANDRA, J. R., G. A. MIRANDA, R. H. T. B. GOES, C. S. TAKIYA, T. A. DEL VALLE, E. R. OLIVEIRA, J. E. FREITAS JUNIOR., E. R. S. GANDRA, H. M. C. ARAKI, and A. L. A. V. SANTOS. 2017. Fibrolytic enzyme supplementation through ruminal bolus on eating behavior, nutrient digestibility and ruminal fermentation in Jersey heifers fed either corn silage- or sugarcane silage-based diets. Anim. Feed Sci. Technol. 231:29–37

GÓES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; LANA, R.P.; LEÃO, M.I.; ALVES D.D.; SILVA, A.T.S. Recría de Novilhos Mestiços em Pastagens de *Brachiaria brizantha*, com Diferentes Níveis de Suplementação, na Região Amazônica: Desempenho Animal. Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.5, p.1740-1750, 2005.

GOMES JR., P.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; ZERVOUDASKIS, J.T.; LANA, R.P. Desempenho de novilhos mestiços na fase de crescimento suplementados durante a época seca. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 31, n.31, p.139-147, 2002.

KÖSTER, H. Effective protein and energy supplementation on low quality forages by beef cattle. A more scientific and a accurate approach. 2009. Disponível em: Acesso em 17 de julho de 2009.

LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.;

Lima, M.R. de, J.H.V. da, Silva, J.A. de, Araújo, C.B., Lima, E.R.A. de, Oliveira. 2007. Enzimas exógenas na alimentação de aves. Acta Veterinaria Brasilica, 1 (4): 99-110.



LJUNGDAHL, L.G., BLUM, D.L., CHEN, H., He, Y., KATAEVA, I., LI, X. AND XIMENES, E.A. The cellulase/hemicellulase system of the anaerobic fungus *Orpinomyces* and aspects of further cellulase research. MIE Bioforum, Genetics, Biochemistry and Ecology of Cellulose Degradation, v. p. 19, 1998.

LOPES, H.O.S., PEREIRA, E.A., NUNES, I.J., et al. Suplementação de baixo custo para bovinos: mineral e alimentar. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1998. 107p.

LUSBY, K.S. Energy vs protein supplementation of steers grazing native range in late summer and early fall. Oklahoma Agricultural Experiment Station Research at Reproduction, MP. no 112, p. 36-39, 1982.

MACKAY, B. Protein supplements for cattle in drought, 2007. Disponível em: Acesso em 02 de setembro de 2009.

MALAFAIA, P.; CABRAL, L. da S.; VIEIRA, R. A. M.; COSTA, R. M.; CARVALHO, C. A. B. de. *Suplementação protéico-energética para bovinos criados em pastagens: Aspectos teóricos e principais resultados publicados no Brasil.* LIVESTOCK RESEARCH FOR RURAL DEVELOPMENT, v. 15, nº 12, 2003.

MARION, J. C. Contabilidade Rural: Contabilidade Agrícola, contabilidade da Pecuária, Imposto de Renda – Pessoa Jurídica. São Paulo, 2007, 278p.

MCALLISTER, T.A., S. J. OOSTING, J. D. POPP, Z. MIR, L. J. YANKE, A. N. HRISTOV, R.J. TREACHER, AND K.J. CHENG. Effect of exogenous enzymes on digestibility of barley silage and growth performance of feedlot cattle. Canadian Journal Animal Science. 79:353–360, 1999.

MEDEIROS, SR.; ALMEIDA, R.; LANNA, DPD. Manejo da recria - Eficiência do crescimento da desmama à terminação. In: Pires, AV. Bovinocultura de corte. Piracicaba, FEALQ, v.1, p.760, 2010.

MORGAVI, D. P., K. A. BEAUCHEMIN, V. L. NSEREKO, L. M. RODE, A. D. IWAASA, W. Z. YANG, T. A. MCALLISTER, and Y. WANG. 2000. Synergy between ruminal fibrolytic enzymes and enzymes from *Trichoderma longibrachiatum*. J. Dairy Sci. 83:1310–1321.

NOLLER, C.H., NASCIMENTO Jr., D., QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In : Simpósio sobre manejo de pastagens.13, Piracicaba. Anais... Piracicaba. Peixoto, A.M., Moura, J.C., Faria, V.P. (ed.) FEALQ. 1997. p. 319-352.

NORTHROP CA; LUNN PG & BEHRENS RH. Automated enzymatic assays for the determination of intestinal permeability probes in urine. 1. Lactulose and lactose. *Clinica Chimica Acta* 187, 163-170, 1990.

NOZIÈRE, P., W. STEINBERG, M. SILBERBERG, and D. P. MORGAVI. 2014. Amylase addition increases starch ruminal digestion in first-lactation cows fed high and low starch diets. *J. Dairy Sci.* 97:2319–2328

NSEREKO, V. L., K. A. BEAUCHEMIN, D. P. MORGAVI, L. M. RODE, A. F. FURTADO, T. A. MCALLISTER, A. D. IWAASA, W. Z. YANG, and Y. WANG. 2002. Effect of a fibrolytic enzyme preparation from *Trichoderma longibrachiatum* on the rumen microbial population of dairy cows. *Can. J. Microbiol.* 48:14–20.

OWENS, F.N., DUBESKI, P., HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. *Journal of Animal Science*, v. 71, p. 3138-3150, 1993.  
p. 171-226.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Bovinocultura Funcional nos Trópicos. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6, 2008, Viçosa. Anais... Viçosa: SIMCORTE, 2008, p.275-306.

PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. Bovinocultura de ciclo curto em pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3, 2002, Viçosa. Anais... Viçosa: SIMCORTE, 2002. P.153-196.

PERUCHENA, C.A. Suplementación de bovinos para carne sobre pasturas tropicales, aspectos nutricionales, productivos y economicos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBZ/Gmosis,[1999] 17par. CDRom. Palestras.

POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *J. Anim. Scien.*, v.73, p.278-290. 1995.

PRADE, R.A. 1995. Xylanases: from biology to biotechnology. *Biotechnology & Genetic Engineering Reviews*, 13 (1): 100-131.

PRADO, I. N.; MOREIRA, F. B. Suplementação de bovinos no pasto e alimentos usados na bovinocultura. Maringá: Eduem, 2002. 162 p.

REIS, R. A.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; FREITAS, D. de; MELO, G. M. P. de; BALSALOBRE, M. A. A. Suplementação protéico-energética e mineral em sistemas de produção de gado de corte nas águas e nas secas. In: SANTOS, F. A. P.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de (ed.). SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE, 5, 2004, Piracicaba. *Pecuária Intensiva nos trópicos. Anais...* Piracicaba: FEALQ, 2004.

REIS, R.A.; MELO, G.M.P.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; OLIVEIRA, A.P.; BALSALOBRE, M.A.A. Suplementação de Animais em Pastagens: Quantificação e Custos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 22, 2005. Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 2005. p.279-352.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. A suplementação como estratégia de manejo da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13, Piracicaba, 1997. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 123-150.

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 (supl. especial), p. 147-159, 2009.

SANTOS, F.A.P.; COSTA, D.F.A.; GOULART, R.C.D. Suplementação de Bovinos de Corte em Pastagens: Conceitos Atuais e Aplicações. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 24, 2007. Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 2007. p.273-296.

SANTOS, G. J., MARION, J.C; SEGATTI, S.. Administração de Custos na Agropecuária. 3 ed. São Paulo; Atlas, 2008.

SIEBERT, B.D., HUNTER, R.A. Supplementary feeding of grazing animals. In: Hacker, J.B. (ed.). *Nutritional limits to animal production from pastures*. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureau, 1982, p.409-425.

SILVA, T. H., C. S. TAKIYA, T. H. A. VENDRAMINI, E. FERREIRA DE JESUS, F. ZANFERARI, and F. P. RENNÓ. 2016. Effects of dietary fibrolytic enzymes on chewing

time, ruminal fermentation, and performance of mid-lactating dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 221:35–43

SIQUEIRA, G.R.; RESENDE, F.D.; RODRIGUES, A.R.C.; CUSTODIO, L.; FERREIRA, L.H.; SALOMÃO, T.; ANDRADE, A.M. Inter-relação entre a suplementação na época da seca e das águas subseqüentes no desempenho de bovinos mantidos em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá, PR. Anais... Maringá, PR: SBZ, 2009. 1 CD-ROM.

SOUZA, M. A. et al. Intake, digestibility and rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low – quality tropical forage and supplemented with nitrogen and/or starch. *Tropical Animal Health and Production*, Edinburgh, v.42, n.6, p.1299-1310, ago. 2010.

SOUZA, M.A.; OLIVEIRA, F.A.; LEÃO, M.I. Dinâmica de Degradação Ruminal *in situ* da Fibra em Detergente Neutro em Bovinos Alimentados com Forragem de Baixa Qualidade Suplementados com Níveis Crescentes de Compostos Nitrogenados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, João Pessoa, 2006. Anais... João Pessoa: SBZ, 2006 (CD-ROM).

sustentável de carne bovina. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia,41.,

TAKIYA, C. S., G. D. CALOMENI, T. H. Silva, T. H. A. VENDRAMINI, G. G. Silva, C. E. C. CONSENTINI, J. C. BERTONI, E. M. C. ZILIO, and F. P. RENNO. 2017. Increasing dietary doses of an *Aspergillus oryzae* extract with alpha-amylase activity on nutrient digestibility and ruminal fermentation of lactating dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 228:159–167.

THIAGO, L.R.L.S. Suplementação de bovinos em pastejo - aspectos práticos para o seu uso na manutenção ou ganho de peso. In: Encontro de Tecnologias para a Pecuária de Corte, 11, 1999, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Sindicato Rural de Campo Grande, 1999. Disponível em: . Acesso em 11 de outubro de 2009.

TIRADO-GONZÁLEZ, D. N., L. A. MIRANDA-ROMERO, A. RUÍZ-FLORES, S. E. MEDINA-CUÉLLAR, R. RAMÍREZ-VALVERDE, and G. TIRADO-ESTRADA. 2018. Meta-analysis: Effects of exogenous fibrolytic enzymes in ruminant diets. *J. Appl. Anim. Res.* 46:77

TOMICH, T.R., LOPES H.O.S., PIRES, D.A.A. et al. Suplementação com mistura múltipla contendo uréia como fonte de nitrogênio para bovinos em pastagens de braquiária no período das águas. In.: Reunião Anual da Soc.Bras.Zoot., 39. Anais... Recife, 2002. CD-ROM.

WANG, Y., J. E. RAMIREZ-BRIBIESCA, L. J. YANKE, A. TSANG, and T. A. MCALLISTER. 2012. Effect of exogenous fibrolytic enzyme application on the microbial attachment and digestion of barley straw in vitro. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 25:66–74.

WANG, Y., T. A. MCALLISTER, L. M. RODE, K. A. BEAUCHEMIN, D. P. MORGAVI, V. L. NSEREKO, A. D. IWAASA, and W. YANG. 2001. Effects of an exogenous enzyme preparation on microbial protein synthesis, enzyme activity and attachment to feed in the rumen simulation technique (Rusitec). *Br. J. Nutr.* 85:325–332.

ZERVOUDAKIS, J. T.; PAULINO, M. F.; DETMAN, E.; VALADARES FILHO, S. de C.; LANA, R. de P.; CECON, P. R. Desempenho de novilhas mestiças e parâmetros ruminais em novilhos, suplementados durante o período das águas. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 31, nº 2, p. 1050-1058, 20.

ZILIO, E. M.C., DEL VALLE, T. A., GHIZZI, L.G., TAKIYA, C.S., DIAS, M.S.S., NUNES, A. T., SILVA, G.G., RENNÓ, F. P. Effects of exogenous fibrolytic and amylolytic enzymes on ruminal fermentation and performance of mid-lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 102:1–11