

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS JABOTICABAL**

**ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO CONSTANTE OU  
CRESCENTE NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE  
EM PASTAGENS COM ADIÇÃO DE ENZIMA FIBROLÍTICA**

**Renan Lucas Miorin**  
Zootecnista

2018

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS JABOTICABAL**

**ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO CONSTANTE OU  
CRESCENTE NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE  
EM PASTAGENS COM ADIÇÃO DE ENZIMA FIBROLÍTICA**

**Renan Lucas Miorin**

**Orientador: Prof. Dr. Gustavo Rezende Siqueira**

**Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus  
de Jaboticabal, como parte das exigências  
para a obtenção do título de Doutor em  
Zootecnia.**

**2018**

M669e	<p>Miorin, Renan Lucas</p> <p>Estratégias de suplementação constante ou crescente na terminação de bovinos de corte em pastagens com adição de enzima fibrolítica / Renan Lucas Miorin. -- Jaboticabal, 2018 81 p.</p> <p>Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientador: Gustavo Rezende Siqueira</p> <p>1. Carcaça. 2. Nutrição de ruminantes. 3. Qualidade de carne. 4. Semi-confinamento. 5. Xilanase. I. Título.</p>
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


TÍTULO DA TESE: ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO CONSTANTE OU CRESCENTE NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE EM PASTAGENS COM ADIÇÃO DE ENZIMA FIBROLÍTICA

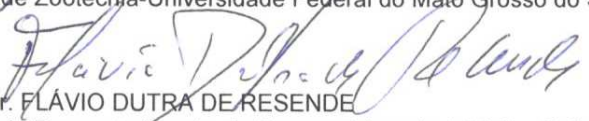
**AUTOR: RENAN LUCAS MIORIN**

**ORIENTADOR: GUSTAVO REZENDE SIQUEIRA**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:

  
Pesquisador Dr. GUSTAVO REZENDE SIQUEIRA  
Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / APTA - Colina/SP

  
Prof. Dr. GUMERCINDO LORIANO FRANCO (Videoconferência)  
Departamento de Zootecnia-Universidade Federal do Mato Grosso do Sul / Campo Grande/MS

  
Pesquisador Dr. FLÁVIO DUTRA DE RESENDE  
Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / APTA - Colina/SP

  
Prof. Dr. GABRIEL RIBEIRO JÚNIOR (Videoconferência)  
Department of Production Animal Health/University Dr. NW Calgary / Alberta/Canadá

  
Pesquisadora Dra MÁRCIA HELENA MACHADO DA ROCHA FERNANDES  
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 10 de outubro de 2018

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Renan Lucas Miorin, filho de Marinei Aparecida Puerta Miorin e Paulo Sérgio Miorin, nasceu no dia 24 de outubro de 1990 em Londrina, Paraná. Em fevereiro de 2008, iniciou o curso de graduação em Zootecnia, pela Universidade Estadual de Londrina, em Londrina, Estado do Paraná, concluindo-o em 2012. Em março de 2013, ingressou no programa de Pós-graduação em Ciência Animal, em nível de Mestrado (bolsista CAPES) na Universidade Estadual de Londrina, área de concentração Produção Animal, realizando seus estudos nas áreas de forragicultura, manejo de pastagem e suplementação de bovinos a pasto, sob orientação dos Professores Dr. Marco Aurélio Alves de Freitas Barbosa e Leandro das Dores Ferreira da Silva. Em março de 2015 ingressou no Doutorado em Zootecnia (bolsista CAPES), pelo programa de Pós - Graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, campus Jaboticabal, sob orientação do professor Dr. Gustavo Rezende Siqueira.

*“Comece fazendo o que é necessário,  
depois o que é possível, e de repente você  
estará fazendo o impossível”  
(São Francisco de Assis)*

A minha família e Tallita Fassula (namorada) que sempre me apoiaram, estando sempre ao meu lado dando suporte. Sem uma base forte nada pode ser erguido.

DEDICO

A todos os membros do Grupo de Estudos em Produção e Nutrição de Ruminantes  
– GEPROR pela amizade e companheirismos nesse trabalho.

OFEREÇO

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre ao meu lado, me guiando nessa caminhada,

Aos meus pais Paulo e Marinei e meu irmão Paulinho, que são o motivo no qual consegui chegar até aqui, por me passarem toda a confiança e força durante toda minha vida,

A minha namorada Tallita Fassula que sempre me apoiou durante a conclusão do doutorado,

A toda a minha família, que acompanharam minha caminhada e estiveram sempre ao meu lado,

A todos os professores que contribuíram para minha formação nas diferentes etapas,

Ao meu orientador, Prof. Dr. Gustavo Rezende Siqueira, por todos ensinamentos e oportunidade de estar neste grupo de pesquisa,

Ao Prof. Dr. Flavio Dutra de Resende pela luta constante em desenvolver a pecuária e nosso centro de pesquisa,

Aos amigos do grupo de estudos GEPROR por todo o aprendizado, pela ajuda na condução do experimento e pela amizade, foram tantos que não ousou citar nomes para que injustamente não esqueça de ninguém,

Aos vários estagiários da UNIFEB pela ajuda na condução deste projeto,

A todos os moradores da Hospedaria da APTA. Muito obrigado por todo apoio, convivência e família que formamos,

A FCAV/Unesp/Jaboticabal pela oportunidade de cursar o doutorado.

A APTA/Alta Mogiana pelas oportunidade do espaço para a realização desse trabalho,

A todos os funcionários da APTA que me auxiliaram muito nesta jornada,

Agradeço a empresa Alltech pela parceria na realização deste trabalho,

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A CAPES, pela bolsa concedida.



## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>LISTAS DE ABREVIATURAS</b> .....	vii
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	1
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	2
Produção e qualidade de forragem no período seco .....	2
Terminação de bovinos a pasto na fase da seca .....	5
Uso de enzima na nutrição de ruminantes.....	8
REFERÊNCIAS.....	13
<b>CAPÍTULO 2 – TERMINAÇÃO DE BOVINOS A PASTO COM OU SEM ADIÇÃO DE ENZIMA FIBROLÍTICA EM ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO CONSTANTE OU CRESCENTE NO PERÍODO DA SECA</b> .....	19
INTRODUÇÃO.....	20
MATERIAL E MÉTODOS.....	22
RESULTADOS.....	33
DISCUSSÃO.....	51
CONCLUSÃO .....	55
REFERÊNCIAS.....	56
<b>CAPÍTULO 3 – INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE ENZIMA FIBROLÍTICA EM ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO CONSTANTE OU CRESCENTE NA CARÇAÇA E PRODUÇÃO DE CARNE DE BOVINOS TERMINADOS A PASTO NA SECA</b> .....	62
INTRODUÇÃO.....	62
MATERIAL E MÉTODOS.....	64
RESULTADOS.....	72
DISCUSSÃO.....	74
CONCLUSÃO .....	76
REFERÊNCIAS.....	76



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Jaboticabal




## CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

### CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "**Adição de enzima fibrolítica na suplementação de bovinos manejados em pastagens com diferentes condições ruminais**", protocolo nº 15472/15, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Gustavo Rezende Siqueira, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de junho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL -SP, em reunião ordinária de 14 de setembro de 2015.

Vigência do Projeto	01/11/2015 a 01/03/2017
Espécie / Linhagem	<i>Bos indicus</i> / Nelore
Nº de animais	48
Peso / Idade	250 Kg (peso médio) / 12 meses
Sexo	Machos
Origem	APTA – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

Jaboticabal, 14 de setembro de 2015.

  
**Profª Drª Paola Castro Moraes**  
 Coordenadora – CEUA

## ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO CONSTANTE OU CRESCENTE NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE EM PASTAGENS COM ADIÇÃO DE ENZIMA FIBROLÍTICA

**RESUMO:** O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho e composição corporal de bovinos sob estratégias de suplementação constante ou crescente na terminação a pasto com ou sem adição de enzima fibrolítica no inverno (seca). Foram avaliados dois anos consecutivos, sendo que no primeiro foram utilizados 28 animais para avaliação de desempenho e 8 animais canulados para ensaios metabólicos, divididos em 11 piquetes. No segundo ano foram utilizados 48 animais (apenas desempenho). Foram utilizados bovinos da raça Nelore, não castrados, com idade média de  $\pm 30$  meses, pesando em média  $443 \pm 9,2$  kg. O experimento foi dividido em quatro períodos de 35 dias cada. A enzima utilizada foi a Xilanase (FIBROZYME - Alltech®), (15 mg/kg de peso corporal; PC/dia). O experimento foi delineado em blocos casualizados, em arranjo fatorial 2 x 2 com duas estratégias de suplementação (estratégia constante ou crescente) e presença ou ausência de enzima fibrolítica. O suplemento constante foi fornecido na quantidade de 10 g/kg PC/dia e o crescente na quantidade de 4, 8, 12 e 16 g/kg PC/dia (apresentando média de 10 g/kg de PC), a unidade experimental foi o animal. Três animais foram abatidos no início do experimento para estimar o peso de carcaça quente (PCQ) e composição de carcaça. O restante dos animais foram abatidos após 140 dias de experimento. A utilização de enzima fibrolítica promoveu aumento no peso de carcaça quente (PCQ;  $p = 0,03$ ), peso corporal ajustado (PCa;  $p = 0,03$ ), rendimento de carcaça (RC;  $p < 0,01$ ), ganho médio diário de carcaça (GMDcar;  $p = 0,02$ ) e ganho de carcaça (GC;  $p = 0,01$ ). Maiores valores de pH foram encontrados em menores suplementações (crescente no primeiro e segundo período) e menor valor na maior suplementação (crescente quarto período), sendo que a enzima fibrolítica promoveu maior valor de pH na estratégia de suplementação crescente ( $p < 0,01$ ). Maiores suplementações melhoraram significativamente os valores de digestibilidade da dieta, os menores valores foram na menor suplementação (crescente no primeiro período) e maiores na maior (crescente no quarto período). A utilização de enzima fibrolítica aumentou a relação acetato:propionato ( $p = 0,04$ ),

com exceção do segundo período. O pH da carcaça ( $p = 0,19$ ), espessura de gordura subcutânea (EGS;  $p = 0,58$ ), área de olho de lombo (AOL;  $p = 0,63$ ), perda por resfriamento (PPR;  $p = 0,24$ ), composição e coloração da carne, coloração da gordura, colágeno total ( $p = 0,95$ ), matéria mineral (MM) ( $p = 0,50$ ), PB ( $p = 0,57$ ), composição química da carcaça, energia retida ( $p = 0,65$ ), PB retida ( $p = 0,57$ ) e eficiência de deposição da PB ( $p = 0,64$ ) não apresentaram diferença significativa. Portanto, fornecer a mesma quantidade de suplemento em duas diferentes estratégias durante a fase de terminação a pasto não altera o desempenho animal, nem os dados de carne e carcaça. A inclusão de enzima fibrolítica na suplementação aumenta o PCQ, RC, PCa, GMDcar e GC.

**Palavras-chave:** carcaça, nutrição de ruminantes, qualidade de carne, semi-confinamento, xilanase.

## CONSTANT OR INCREASING SUPPLEMENTATION STRATEGIES FOR BEEF CATTLE DURING THE FINISHING PHASE ON PASTURES WITH FIBROLYTIC ENZYME ADDITION

**ABSTRACT:** The objective of this study was to measure performance and carcass characteristics of grazing Nelore bulls fed with fibrolytic enzyme (Fibrozyme®-Alltech) or not within two different supplementation strategies during the finishing phase in the dry season. Two consecutive years were evaluated. In the first one, 28 animals were used for performance evaluation and 8 cannulated animals were used for metabolism evaluation, distributed in 11 paddocks. In the second year, 48 animals were used (but only for growth performance evaluation). All were Nelore bulls and average age of 24 months ( $443 \pm 9.2$ kg). The experiment was divided into four periods of 35 days each. The enzyme used was Xylanase (FIBROZYME - Alltech®), (1.5g/100 BW/day). The experiment was a randomized complete block design, in a  $2 \times 2$  factorial arrangement with two supplementation strategies (constant or increasing levels) and presence or absence of the fibrolytic enzyme product. The supplement was provided at the level of 10 g/kg BW supplement/d throughout the experiment (constant), or at 4, 8, 12 and 16 g supplement/kg BW (average 10g/kg BW/day). The experimental unit was the animal. Three animals were slaughtered at the beginning of the experiment to estimate the hot carcass weight and carcass composition. The other animals were slaughtered after 140 days of experimentation. The use of fibrolytic enzyme improved hot carcass weight ( $p = 0.03$ ), dressing percentage ( $p < 0.01$ ), average daily gain ( $p < 0.01$ ), carcass average daily gain ( $p = 0.02$ ) and carcass gain ( $p = 0.01$ ). Higher dietary supplement concentrations reduced ruminal pH values, and the fibrolytic enzyme had higher pH values ( $p < 0.01$ ). Higher supplementation level significantly improved diet digestibility values. The use of fibrolytic enzyme increased the ruminal acetate: propionate ratio ( $p = 0.04$ ). Carcass pH ( $p = 0.19$ ), subcutaneous fat thickness ( $p = 0.58$ ), loin eye area ( $p = 0.63$ ), beef composition, collagen ( $p = 0.95$ ), mineral matter ( $p = 0.50$ ), crude protein ( $p = 0.57$ ), chemical composition of the carcass, retained crude energy ( $p = 0.65$ ), crude protein ( $p = 0.57$ ) and crude protein deposition efficiency ( $p = 0.64$ ) did not differ among treatments. Therefore, providing the same amount of supplement in two different strategies during the finishing phase on pasture termination phase does not affect

animal performance or meat and carcass parameters. The supplementation of fibrolytic enzyme increased hot carcass weight, dressing percent, carcass average daily gain and carcass gain.

**Keywords:** carcass, meat quality, pasture feedlot, ruminant nutrition, xylanase.

**LISTAS DE ABREVIATURAS**

a*	índice de vermelho
AGV	ácidos graxos voláteis
AOL	área de olho de lombo
b*	índice de amarelo
cm	centímetro
CNC	componentes não carcaças
CS	consumo de suplemento
CT	consumo total
DFDN	digestibilidade da fibra em detergente neutro
dL	decilitro
DMO	digestibilidade da matéria orgânica
DMS	digestibilidade da matéria seca
DPB	digestibilidade da proteína bruta
E	enzima
EB	energia bruta
EE	extrato etéreo
EGS	espessura de gordura subcutânea
EM	energia metabolizável
EPM	erro padrão da média
FDA	fibra em detergente ácido
FDN	fibra em detergente neutro
FDNi	fibra em detergente neutro insolúvel

g	gramas
GC	ganho de carcaça
GMD	ganho médio diário
GMDcar	ganho médio diário de carcaça
GRPI	gordura renal, pélvica e inguinal
ha	hectare
kg	kilograma
L*	luminosidade
Mcal	megacaloria
mg	miligrama
MM	matéria mineral
mmol	milimol
MN	matéria natural
MO	matéria orgânica
MS	matéria seca
NDT	nutrientes digestíveis totais
P	período
PB	proteína bruta
PC	peso corporal
PCa	peso corporal ajustado
PCf	peso corporal final
PCi	peso corporal inicial
PCQ	peso de carcaça quente



PCQf	peso de carcaça quente final
PCQi	peso de carcaça quente inicial
PIDA	proteína insolúvel em detergente ácido
PIDN	proteína insolúvel em detergente neutro
PPR	perda por resfriamento
RC	rendimento de carcaça
S	suplemento

## **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **1 INTRODUÇÃO**

A pecuária brasileira foi por muito tempo caracterizada como pouco eficiente no uso de recursos naturais quando comparada a outras fontes alimentares (Euclides Filho e Euclides, 2010). Porém, este conceito tem se alterado rapidamente, associado à abertura e globalização do mercado na década de 90, tornando a atividade um empreendimento empresarial, que necessitam metas rígidas para manter a competitividade. Para isso, é imprescindível a otimização do sistema, sendo necessário conhecer o meio de produção no qual o animal está inserido (Reis et al., 2009). No Brasil predomina o regime de bovinos criados a pasto, por isso torna-se essencial o conhecimento da complexidade dos fatores que envolvem este sistema (animal, clima, ambiente, suplementos, etc) (Roth et al., 2017; Sampaio et al., 2017).

As pastagens tropicais mesmo com manejo correto durante todo o ano, não permitem que os animais expressem o máximo potencial genético. Principalmente no período seco, muitas vezes não suprindo nem mesmo as exigências de manutenção (Roth, et al., 2017). Portanto, para que o sistema seja mais eficiente, é necessário montar um programa de suplementação, para que as limitações nutricionais da dieta basal (pastagem) sejam supridas (Detmann et al., 2010).

O ambiente ruminal é muito dinâmico, sendo possível manipulá-lo por meio da suplementação alimentar e também da inclusão de aditivos no suplemento. Esta inclusão pode melhorar os processos benéficos; minimizar, eliminar ou alterar os processos ineficientes ou prejudiciais para o animal hospedeiro. Um exemplo é o de melhora da degradação da fibra por meio da adição de enzimas microbianas (Morais et al., 2011).

As enzimas existem em praticamente todo lugar, são produzidas por todos os organismos vivos, sua função é catalisar as reações químicas dos seres vivos que, sem elas não haveria digestão do alimento. As enzimas são feitas de cadeias de aminoácidos, sendo a forma e a posição dos aminoácidos é que conferem as características catalíticas destas, portanto condições que alterem a sua forma

podem gerar inatividade da mesma (Sheppy, 2001). Por isso é essencial entender a interação da enzima fibrolítica no ecossistema microbiano do rúmen e as suas interações com a parede celular das plantas (Meale et al., 2014). Para que haja máxima digestão de carboidratos complexos, como das gramíneas, são necessárias centenas de enzimas para os diferentes substratos, sendo que as enzimas fibrolíticas preparadas para alimentação dos ruminantes são principalmente celulasas e xilanases (McAllister et al., 2001).

Existe ainda necessidade de estudos de estratégias de suplementação e utilização de enzimas fibrolíticas, visto a limitada compreensão sobre as interações que ocorrem da enzima no ambiente ruminal. (Adesogan et al., 2014). Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar possíveis mudanças no desempenho, composição corporal e metabolismo ruminal de bovinos de corte Nelore não castrado na fase de terminação recebendo suplementação constante ou crescente a pasto com ou sem enzima fibrolítica no período da seca e se há interação entre estratégias e utilização de enzima fibrolítica.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Produção e qualidade de forragem no período seco**

O Brasil possui vasto território, variando as condições climáticas, tipo de solo, fotoperíodo, luminosidade e área disponível dependendo da região e também da época do ano. O crescimento da planta forrageira não é constante durante o ano, pois os fatores citados anteriormente afetam sua produção. Sendo assim, esta sazonalidade pode ser dividida em dois grandes períodos: chuvoso e seca (Roth et al., 2017; Sampaio et al., 2017).

As principais gramíneas utilizadas no Brasil são do tipo C4, principalmente do gênero “Brachiaria” e “Panicum”. Estas gramíneas tropicais têm como característica adaptação em ambientes com elevada temperatura, fotoperíodo e precipitação pluviométrica, quando comparadas as C3, porém, com menor valor nutritivo.

Segundo Hodgson et al. (1990), para que a produção animal seja otimizada, é importante que haja um elo entre três processos: produção de forragem, consumo

pelos animais e conversão da forragem em produto animal (carcaça). A qualidade da forragem é determinada por dois fatores, consumo de matéria seca e valor nutritivo da forragem. O consumo de pastagem é determinado por fatores não-nutricionais, sendo afetado principalmente pela habilidade do animal em colher a forragem, isso é influenciado pela estrutura do dossel forrageiro (massa de forragem, altura do pasto, oferta de forragem, oferta de folhas verdes) e comportamento ingestivo. E pelos fatores nutricionais, como: digestibilidade, taxa de passagem e concentração de produtos metabólicos (Poppi et al., 1997). As características estruturais do pasto (fatores não-nutricionais) influenciam muito mais o consumo e desempenho que o próprio valor nutritivo da forragem.

O período da seca possui baixa precipitação pluviométrica, dias mais curtos (fotoperíodo) e muitas vezes menores temperaturas, dificultando o desenvolvimento das gramíneas tropicais perenes, o que reduz muito seu potencial de crescimento comparado ao período das águas. Nesta fase, as pastagens perenes apresentam baixos valores nutritivos e baixa taxa de crescimento (Reis et al., 2009), sendo estes maiores ou menores dependendo de características e do manejo realizado na área, como por exemplo: diferimento de pastagem, tipo e fertilidade do solo, taxa de lotação.

Mesmo com massa de forragem adequada nesta fase, a gramínea ainda apresentará limitações qualitativas (Detmann et al., 2010) e, ainda, com a taxa de crescimento comprometida por fatores ambientais, não suportará altas lotações. Por isso, a adoção de práticas como diferimento da forragem (Hoffmann et al., 2014) e uso de suplementação são imprescindíveis.

Com o que foi citado anteriormente, é muito difícil que esta gramínea consiga suprir as exigências de manutenção do animal (Roth et al., 2017), sendo esta fase de seca um dos maiores gargalos da pecuária de corte nacional, tanto na recria como terminação. Sem o manejo correto da forragem e suplementação (Detmann et al., 2010), muitas vezes o produtor cria o “boi sanfona”, no qual o animal ganha peso no período das águas e perde na seca, abatendo este animal com idade elevada (acima de 36 meses), diminuindo assim o giro de capital e possivelmente inviabilizando o sistema de produção (Siqueira et al., 2013).

O capim marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) atualmente é o mais utilizado no Brasil, principalmente pela sua adaptação a clima e solo e manejo adequado para o diferimento. Esta prática consiste na vedação de determinada área da pastagem durante o período de chuvas, permitindo que haja acúmulo de forragem para posterior utilização no período da seca. Alguns fatores interferem diretamente no sucesso desta operação, como escolha da forrageira, quantidade de área a ser vedada, altura inicial, duração da vedação, adubação e taxa de lotação utilizada (Hoffmann et al., 2014).

É importante ressaltar que o diferimento garantirá maior oferta de forragem, porém, ao vedar o pasto, este passará pelos estádios de crescimento vegetativo até a floração, com perda de qualidade. Haverá redução no conteúdo celular, aumento do material fibroso e lignina, diminuindo assim a digestibilidade. É comum nesta época verificar gramíneas com valores de proteína bruta (PB) abaixo do nível crítico para atender a exigência dos microorganismos ruminais (7% PB), resultando em baixo consumo de forragem. Além disso, a relação folha:colmo é reduzida, havendo assim, prejuízo em ordem quantitativa (redução de consumo) e qualitativa de alimento para o animal (Medeiros e Marino, 2015).

Este nível crítico de 7% de PB é referente a aproximadamente 8 mg/dL de nitrogênio amoniacal no rúmen, valor necessário para que os microorganismos ruminais alcancem um platô da fração efetivamente degradada da fibra em detergente neutro (FDN), somente para manutenção dos microorganismos. Porém, para que haja acréscimo no consumo de pasto e otimização da atividade dos microorganismos, os níveis de N-NH<sub>3</sub> ruminal devem estar em torno de 15 mg/dL, correspondendo a 12% de PB, ou seja, valores muito difíceis de serem supridos somente com o pasto no período seco (Detmann et al., 2010).

O consumo de forragem de baixa qualidade causa limitação na produção de microorganismos ruminais, havendo assim, menor degradação do alimento no rúmen, enchimento físico devido a fibra de baixa qualidade, redução na taxa de passagem e, conseqüentemente, redução no consumo de matéria seca, como descrito anteriormente. A redução na proteína degradável no rúmen reduz também a utilização da energia pelos microorganismos, reduzindo a produção de ácidos graxos voláteis e afetando a degradação da fibra (Koscheck et al., 2011).

Para suprir estas deficiências nutricionais no período da seca é essencial o uso de suplementação que condiga com a fase do animal, sua exigência e o objetivo esperado (Detmann et al., 2010). Para a fase de terminação é essencial que esta suplementação supra as limitações proteicas e energéticas do pasto, sendo possível terminar o animal nesta estratégia em menor tempo.

## **2.2 Terminação de bovinos a pasto na fase da seca**

A fase de terminação em um sistema de ciclo completo de 24 meses representa aproximadamente 16% da vida do animal, sendo uma fase curta em que o animal deve apresentar alta taxa de ganho. Conforme o animal aumenta a idade, o padrão de crescimento dos tecidos se altera. Quanto mais próximo da maturidade e mais pesado, menor é a deposição de proteína, aumentando proporcionalmente a deposição de gordura (Owens et al., 1993), sendo assim, a exigência de energia aumenta e o pasto não consegue fornecer a quantidade adequada para atender essa demanda energética exigida pelos animais.

Existem algumas estratégias que podem ser utilizadas para terminação de bovinos no período da seca, confinamento convencional, confinamento no pasto e semi-confinamento. Todas as estratégias têm seus pontos favoráveis e desfavoráveis quando comparadas entre elas, não havendo o melhor modelo a ser seguido e sim aquele que melhor se adeque a cada sistema de produção.

O confinamento convencional é uma estratégia consolidada na pecuária nacional, que consiste em fornecer a dieta total (concentrado e volumoso) juntos no cocho. Já as outras estratégias citadas, o concentrado é fornecido em cochos e o volumoso é proveniente do pasto, cabendo ao animal selecionar e regular seu consumo. A estratégia do confinamento no pasto consiste em fornecer a mesma quantidade de concentrado do confinamento convencional, por isso a quantidade de concentrado é alta, chegando a 2% do PC, e esse consumo varia dependendo da oferta e qualidade do volumoso (pasto) (Siqueira et al., 2013).

Já o resultado do semi-confinamento com 10 g/kg do peso corporal (PC) é muito dependente da oferta de forragem, pois terá menor proporção de suplemento e, conseqüentemente, maior consumo de pasto quando comparado ao confinamento

no pasto por exemplo. Por isso, maior atenção deve ser dada ao manejo da pastagem para garantir que os animais tenham forragem suficiente até o final da terminação. Para formular um suplemento de semi-confinamento deve ser levado em consideração os aspectos relacionados à oferta de massa de forragem, pois isto influenciará diretamente o ganho (Koscheck et al., 2011).

O uso de suplementos concentrados corrige as limitações de nutrientes provenientes do pasto, gera melhora na degradação da fração fibrosa, e com isso, possibilita maior utilização dos carboidratos estruturais. Além disso, em situação na qual o consumo do animal é limitado por baixa oferta de forragem, o suplemento pode substituir a forragem, com efeitos positivos no desempenho, ganho por área e taxa de lotação (Reis et al., 2011).

Esta inclusão de concentrado na dieta de bovinos causa mudanças no ambiente ruminal, sendo estas mais ou menos expressivas, dependendo dos nutrientes presentes no suplemento e da quantidade fornecida ao animal. Estas mudanças nas condições ruminais podem interferir negativamente na digestão da fibra, alterando taxa de passagem, população microbiana e pH ruminal.

Quando estas mudanças são relacionadas ao fornecimento de carboidratos facilmente fermentáveis, podem causar maior competição entre os microrganismos fibrolíticos e os microrganismos que digerem carboidratos não fibrosos, podendo assim reduzir o pH, aumentar taxa de passagem e influenciar negativamente na degradação da fibra. Uma estratégia frente a este impasse é maximizar o uso da forragem (Paulino et al., 2004), com utilização de aditivos como enzimas fibrolíticas que melhoram a digestão da fibra, aumentando assim o consumo de nutrientes digestíveis totais.

Baroni et al. (2010) avaliaram o consumo e digestibilidade de nutrientes em suplementação crescente em pastos de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, fornecendo sal mineral, 1,0; 2,0; ou 4,0 kg de suplemento/dia. Houve efeito linear crescente sobre consumo de matéria seca total e coeficiente de digestibilidade de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e consumo de nutrientes digestíveis totais, não alterando o consumo de pasto. Portanto, a utilização de suplementos melhorou o consumo, digestibilidade e valor nutritivo da dieta de novilhos Nelore em terminação na seca. Euclides (2004) avaliou animais em

pastejo consumindo suplementos de 0,6 a 1% do peso corporal na seca apresentando ganhos variando de 500 a 900 g/dia respectivamente.

Santos et al. (2004) analisaram a terminação de bovinos mestiços (Limousin x Nelore) recebendo diferentes concentrados (grão de soja ou caroço de algodão). Os animais receberam 10 g/kg de PC de suplementos com 24% de PB. O GMD dos animais suplementados foi de 0,915 kg/dia e dos não suplementados foi de 0,104 kg/dia.

Em trabalho comparando níveis de suplementação de diversos autores no período seco do ano Silva et al. (2009) mostraram que a redução no consumo do pasto foi mínimo até 3 g/kg de PC, acima deste nível de suplementação houve redução linear devido ao efeito substitutivo, onde o aumento da suplementação propiciou maior desempenho aos bovinos de corte.

Santos et al. (2002) comparou a suplementação de 10 g/kg de PC com animais não suplementados. A suplementação proporcionou carcaças com menor proporção de ossos (15,76 vs. 21,71%), maior relação músculo:osso (3,6 vs. 2,9) e melhor acabamento quando comparado às carcaças dos animais não suplementados.

A necessidade de alta taxa de ganho na terminação pode ser observada quando analisados os dados de Custódio et al. (2016) e Miorin et al. (2016). Estes autores avaliaram animais Nelore, não castrados, com peso médio inicial de 480 kg, terminados por 89 dias a pasto no período da seca. Sendo comparadas a suplementação de 5 g/kg de PC vs. 20 g/kg de PC. Animais recebendo 20 g/kg de PC apresentaram maior ganho médio diário (1,505 kg/dia) quando comparados a 5 g/kg de PC (0,534 kg/dia), acarretando em 77 kg a mais de carcaça e 4,6% a mais de rendimento de carcaça. Além disso, a espessura de gordura dos animais que receberam 5 g/kg de PC foi de 1,8 mm, enquanto dos animais que receberam 20 g/kg de PC foi de 3,6 mm. Estes resultados comprovam a necessidade de um aporte maior de nutrientes na dieta para que o animal atinja acabamento necessário para ser terminado no tempo proposto.

Durante muito tempo foi dada atenção apenas a dados de desempenho produtivo com base no peso corporal do bovino, porém, é sabido que a proporção de tecidos corporais pode variar dependendo de vários fatores, como estratégia



nutricional, idade, raça, sexo, (Siqueira et al., 2013) podendo, às vezes, causar confundimento nos resultados. Por isso é importante avaliar características de carcaça, como o ganho de carcaça.

O aumento da suplementação alimentar causa redução no conteúdo do trato digestivo dos animais devido a maior taxa de passagem, reduzindo possivelmente o tamanho do trato gastrointestinal, com isso, há aumento no rendimento de carcaça e também o maior aporte de nutrientes gera maior ganho de carcaça, portanto, neste caso avaliar apenas o ganho de peso corporal estaria subestimando o ganho de animais recebendo suplementação (Siqueira et al., 2013).

### **2.3 Uso de enzimas na nutrição de ruminantes**

O ambiente ruminal é muito dinâmico, sendo possível manipulá-lo por meio da suplementação e também da inclusão de aditivos no suplemento. Esta inclusão de aditivos pode causar melhoras no metabolismo ruminal, sendo traduzido em melhores ganhos. Um exemplo é o de melhora da degradação da fibra por meio da adição de enzimas microbianas (Morais et al., 2011).

Os humanos por muito tempo fizeram uso das enzimas inconscientemente, como na produção de queijo e produção de cerveja, relatos de utilização consciente datam de 1874 com uma enzima refinada a partir de conteúdo digestivo de bezerro para fabricação de queijo. Atualmente o uso de enzimas está muito avançado e é encontrado em diversos processos industriais, como produção de papel, processamento de couro, têxtil, indústria de alimentos, bebidas, etc (Sheppy, 2001).

A principal razão do uso de enzimas na nutrição é melhorar o valor nutritivo da dieta. Todos os animais usam enzimas na digestão do alimento, sendo produzidas pelo próprio organismo ou por microorganismos presentes no trato digestivo. Entretanto, o processo digestivo não é 100% eficiente, por isso a suplementação com enzimas exógenas pode aumentar a eficiência de digestão, disponibilizando mais nutrientes e incrementar o desempenho animal. As enzimas mais utilizadas na nutrição são enzimas fibrolíticas, proteolíticas, amilolíticas e degradadoras do ácido fítico (Sheppy, 2001).

A enzima em dietas secas garante que a atividade da enzima ocorrerá em contato com o trato digestivo do animal, devendo, portanto, preencher diversos

critérios. A enzima deve se ativar em condições fisiológicas predominantes no trato digestivo do animal em questão. Deve resistir a proteólise por proteases endógenas do organismo e suplementar ao invés de antagonizar as enzimas endógenas (Thorpe e Beal, 2001).

A ideia da utilização de enzimas fibrolíticas na alimentação de ruminantes é interessante, pois há maior liberação de substratos fermentáveis pela ação das enzimas na fibra e estes substratos podem ser fermentados pelos microorganismos ruminais, liberando mais energia para os animais (Adesogan, 2005). Segundo Adesogan (2005) a inclusão de enzimas fibrolíticas na dieta pode aumentar o consumo de MS, visto que há maior liberação dos açúcares pela hidrólise enzimática da fibra aumentando a taxa de digestão e taxa de passagem, reduzindo assim o preenchimento do trato intestinal e conseqüentemente aumentando o consumo total.

A utilização de enzimas fibrolíticas em feno de festuca alterou a fermentação ruminal, onde a adição de xilanase aumentou a utilização dos carboidratos e com isso aumentou a produção de ácidos graxos voláteis (AGV), enquanto a adição de celulases alterou as proporções dos AGV's, já a combinação das enzimas gerou melhora na digestão de carboidratos e maior relação acetato:propionato (Dawson e Tricarico. 1999).

É comum pensar que celulase, hemicelulase, xilanase são enzimas específicas, porém, são termos genéricos para grupos de atividades enzimáticas, podendo haver produtos com rótulos idênticos, mas diferir nos efeitos que causam na digestão da fibra, pois na verdade apresentam diferença na ação enzimática. Por isso há divergência entre estudos com teoricamente a mesma enzima. Muitos trabalhos são publicados sem referência da atividade enzimática. Por exemplo, celulases são um complexo de várias endo e exobetaglucanases, celobiohidrolase e celobiase (Adesogan, 2014).

Há relatos antigos de trabalhos com enzimas para ruminantes, desde 1960, mas houve muita variação nas respostas e com isso estes trabalhos foram deixados de lado, visto que na época o custo de produção das enzimas era elevado. Com a redução dos custos atualmente, junto com melhor preparação da enzima, houve uma retomada dos esforços para entender o modo de ação e utilização das enzimas na nutrição de bovinos (McAllister et al., 2001).

Para a produção de enzimas para nutrição de ruminantes são utilizadas principalmente quatro bactérias (*Bacillus subtilis*, *Lactobacillus acidophilus*, *L. plantarum* e *Streptococcus faecium*) e três espécies de fungos (*Aspergillus oryzae*, *Trichoderma reesei* e *Saccharomyces cerevisiae*). Estas enzimas têm o propósito principal de catalisar e degradar os substratos (alimentos) em componentes químicos como açúcares simples e aminoácidos, para serem utilizados no crescimento celular dos microorganismos ruminais ou até mesmo pelo animal hospedeiro (McAllister et al., 2001).

O modo de ação das enzimas na nutrição de ruminantes é um dos focos da pesquisa, podendo, por exemplo, dentro do rúmen, agir diretamente sobre o alimento, ou agir indiretamente estimulando a atividade digestiva por efeitos sinérgicos nos microorganismos ruminais. As enzimas podem inclusive permanecer ativas pós-rúmen, contribuindo para a degradação da fibra e reduzindo a viscosidade da digesta intestinal (McAllister et al., 2001).

A atividade da enzima é determinada pelo tempo que ela consegue permanecer no rúmen sem ser degradada e esse tempo é afetado por vários fatores, como: fatores inerentes a própria enzima e fatores inerentes a alimentação e condições do rúmen. Enzimas glicosiladas e aquelas com alta proporção de ligações cruzadas de dissulfeto aguentam mais tempo sem serem degradadas do que as que não possuem estes atributos (Adesogan et al., 2014).

O estudo da inclusão de enzima fibrolítica na dieta é promissor, pois pode auxiliar na digestão da fibra em condições ruminais menos favoráveis, melhorando a eficiência de produção animal. Além disso, com o aumento da preocupação (saúde humana) com o uso de promotores de crescimento antibióticos na produção animal, a mesma, torna-se uma alternativa para substituí-los (Beauchemin et al., 2003).

A enzima fibrolítica ideal para melhorar o desempenho animal deve ter os seguintes atributos: conter qualidade adequada de atividade fibrolítica para melhorar a degradação da FDN; conter ativadores para otimizar as atividades fibrolíticas; ser resistente à degradação por microorganismos ruminais ou hidrólise por proteases vegetais ou ruminais; ter uma composição que não varia dependendo do lote; ser proveniente de fungo ou bactéria que seja fácil cultivar e produza quantidade satisfatória de enzima; exibir atividade ótima e constante sob condições onde ela

exercerá o efeito hidrolítico; dissolver rapidamente em água; ser termoestável; manter sua atividade quando armazenada em longos períodos e por último, ser considerada segura (Adesogan, 2014).

Alguns estudos com digestibilidade “*in vitro*” de forrageiras tropicais com adição de enzimas fibrolíticas mostraram resultados promissores com relação a maior degradação da fibra, aumentando a eficiência de utilização dos alimentos (Facchini et al., 2012; Nogueira et al., 2013). Nogueira et al. (2013) avaliaram enzimas fibrolíticas xilanases produzidas por *Aspergillus niveus*, em diferentes forragens tropicais, inclusive capim-marandu. Foi observado aumento na digestibilidade “*in vitro*” de 6 a 33,6% e a enzima se manteve estável por até 8 horas dentro do rúmen (cabras canuladas), mostrando que a enzima fibrolítica tem potencial para melhora da digestibilidade dos alimentos.

Outro trabalho com adição de enzimas fibrolíticas (Econase RDE; AB Vista, Marlborough, Wiltshire, Reino Unido) contendo endoglucanase e xilanase, desta vez em dietas de vacas leiteiras (Holandesas), mostrou que a mesma não alterou a fermentação ruminal nem o pH do rúmen, porém o aumento do nível de enzima na dieta alterou as densidades populacionais de diferentes espécies bacterianas, provavelmente por proporcionar maior degradação da fibra. Houve aumento na população de *Ruminobacter amylophilus*, tendência de aumento de *Fibrobacter succinogenes* quando os animais receberam enzima fibrolítica comparados ao controle, aumento linear de *Selenomonas ruminantium* com aumento no nível de inclusão de enzimas e tendência de redução em *Streptococcus bovis* na baixa inclusão de enzima (Chung et al., 2012).

Martins et al. (2007) estudaram o efeito de enzimas fibrolíticas (celulase e xilanase – Fibrozyme-Alltech) sobre a degradabilidade *in situ* da MS, PB, FDN, FDA e hemicelulose de feno de Tifton-85 cortado aos 30 e 90 dias e do bagaço de cana, além disso foi realizado observações microscópicas do resíduo dos volumosos após incubação. Não houve efeito significativo da enzima sobre a degradação da fibra. Os autores encontraram aumento na colonização bacteriana sobre a parede celular com a utilização de enzima fibrolítica.

Adesogan et al. (2014) avaliaram 18 enzimas fibrolíticas comerciais e encontraram que 78% das xilanases e 83% das endoglucanases apresentaram

atividade ótima a 50°C e 77% (xilanases) e 61% (endoglucanases) tiveram atividade ótima a pH 4 e 5 respectivamente, mostrando assim a variação de produtos e conseqüentemente variação de respostas em diversos estudos anteriores.

Cranston et al. (2005) avaliaram o efeito do nível de volumoso e suplementação de enzima fibrolítica (Fibrozyme) no desempenho e características de carcaça na terminação de novilhos. Os animais receberam dieta com base de milho laminado e feno de alfafa como volumoso, onde a inclusão de feno foi de 4,5 ou 9,0% da dieta total. Não foi verificado diferença na ingestão de matéria seca e peso corporal inicial e final, porém, quando feito o peso corporal ajustado para o mesmo rendimento de carcaça os animais recebendo enzima fibrolítica foram 10,6 kg mais pesados. O GMD ajustado também foi superior, onde os animais recebendo enzima fibrolítica ganharam 0,054 kg/dia a mais. O peso de carcaça quente dos animais que receberam enzima fibrolítica foi 6,30 kg superior, havendo interação, onde este valor foi encontrado apenas para animais consumindo menor quantidade de feno de alfafa.

Segundo Cranston et al. (2005), estes resultados comprovam que dietas com menos volumoso a digestão ruminal da fibra é limitada devido ao baixo pH ruminal e inibição das bactérias ruminais comparado a uma dieta com maior concentração de volumoso, por isso a utilização de enzima fibrolítica tende a ser mais eficaz nestas situações em que há maior prejuízo na digestão da fibra.

Outro trabalho avaliando desempenho e características de carcaça de novilhos consumindo ou não enzima fibrolítica (Fibrozyme) apresentaram resultados diferentes do anterior. Não houve diferença em peso corporal, GMD, consumo e eficiência alimentar. A única diferença significativa encontrada foi que a utilização da enzima fibrolítica reduziu a espessura de gordura e teve tendência de redução no score de marmoreio (Eun et al., 2009).

Alvarez et al. (2009) estudaram o efeito de duas enzimas fibrolíticas exógenas (Fibrozyme Alltech Inc. e Promote NET Cargill Corp.) no desaparecimento e fermentação ruminal de dietas com alta fibra, sendo palha de aveia e trigo. Não houve diferença no consumo de matéria seca, GMD e conversão alimentar. As duas enzimas aumentaram o desaparecimento total de PB, FDA, MS, além de aumentar a taxa de desaparecimento da FDN e FDA. Os animais que receberam enzima

fibrolítica tiveram maiores valores de pH em comparação ao controle. Não houve diferença na concentração total de ácidos graxos voláteis, porém, animais recebendo enzima fibrolítica tiveram menor proporção molar de propionato, aumentando a relação acetato:propionato.

Além da inconsistência dos estudos realizados com enzimas fibrolíticas, é muito difícil encontrar estes trabalhos com suplementação de animais em pastagens tropicais avaliando desempenho e variáveis fermentativas. Portanto objetivou-se estudar a inclusão da enzima fibrolítica na suplementação de bovinos Nelore em pastagem, verificando o efeito na digestibilidade da fibra e na eficiência alimentar do animal, visto que pastos de baixa qualidade (inverno) possuem menor proteína e maior FDN, portanto o maior aporte de nutrientes via suplemento pode gerar melhor desempenho, podendo haver efeito sinérgico com a enzima fibrolítica atuando na fibra de menor qualidade.

### 3 REFERÊNCIAS

Adesogan AT (2005) Improving forage quality and animal performance with fibrolytic enzymes. In.: florida ruminant nutrition symposium. **Proceedings...** p. 91-109.

Adesogan AT, Ma ZX, Romero JJ, Arriola KG (2014) Improving cell wall digestion and animal performance with fibrolytic enzymes. **Journal of Animal Science**, v.92, p. 1317-1330.

Alvarez G, Pinos-Rodríguez JM, Herrera JG, García JC, Gonzalez SS, Barcena R (2009) Effects of exogenous fibrolytic enzymes on ruminal digestibility in steers fed high fiber rations. **Livestock Science**, 121(2-3), p. 150-154.

Baroni CES, Lana RP, Mancio AB, Mendonça BPC, Leão MI, Sverzut CB (2010) Consumo e digestibilidade de nutrientes em novilhos suplementados e terminados em pasto, na seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. 62, n.2, p. 365-372.

Beauchemin KA, Colombatto D, Morgavi DP, Yang WZ (2003) Use of exogenous fibrolytic enzymes to improve feed utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.81(E. Suppl. 2,), p. E37- E47.

Chung YH, Zhou M, Holtshausen L, Alexander TW, Mcallister TA, Guan LL, Oba M, Beauchemin KA (2012) Fibrolytic enzyme additive for lactating Holstein cow diets: Ruminal fermentation, rumen microbial populations, and enteric methane emissions. **Journal of Dairy Science**, v.95, p. 1419–1427.

Cranston JJ, Krehbiel CR, McBeth LJ, Ball, RA (2005) Effects of roughage level and Fibrozyme TM supplementation on performance and carcass characteristics of finishing beef steers. In.: **Plains Nutrition**. Council Spring Conference. Publication. Texas A&M Research and Extension Center, Amarillo.

Custódio L, Miorin RL, Figueira DN, Alves Neto JA, Mota VAC, Fernandes RM, Resende FD, Siqueira GR (2016) Effect of different supplementation levels and additives on Nellore steers performance finished on pasture. **Proceedings** of I International Meeting of Advances in Animal Science, Jaboticabal.

Dawson K, Tricarico JM (1999) The use of exogenous fibrolytic enzymes to enhance microbial activities in the rumen and the performance of ruminant animals. **Proceedings** of 15th Annual Symposium Biotechnology in the Feed Industry., Loughborough, Leics, UK, p. 303-312.

Detmann E, Paulino MF, Valadares Filho SC (2010) Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In.: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7., 2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Departamento de Zootecnia/UFV. p. 191-240.

Euclides VPB (2004) Suplementação em Pasto e seus Efeitos Associativos. Curso de Manejo Nutricional em Bovinos de Corte - Adoção de Boas Práticas na Produção Animal. Embrapa Gado de Corte. Campo Grande, MS, p. 163.

Euclides Filho K, Euclides, VPB (2010) Suplementação alimentar de bovinos em pastagens. In.: PIRES, A.V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, p. 11-12.

Eun JS, ZoBell DR, Dschaak CM, Diaz DE, Tricarico JM (2009) Effects of supplementing a fibrolytic feed enzyme on the growth performance and carcass characteristics of beef steers. **The Professional Animal Scientist** 25, p. 382-387.

Facchini FDA, Reis, VRA, Roth AP, Magalhães KA, Peixoto-Nogueira SC, Casagrande DR, Reis RA, Polizeli ML (2012) Effects of *Aspergillus* spp. Exogenous fibrolytic enzymes on in vitro fermentation of tropical forages. **Journal of the science of food and agriculture**, v.92, p. 2569-2573.

Hodgson J (1990) **Grazing management. Science into practice.** Longman Group UK Ltd.

Hoffmann A, Moraes EHBK, Mousquer CJ, Simioni TA, Gomer FJ, Ferreira VB, da Silva HM (2014) Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período da seca. **Nativa**, 2(2), p. 119-130.

Koscheck JFW, Zevoudakis JT, Carvalho DMG, Cabral LS, Amorim KP, Silva RGF, Silva RP (2011) Suplementação de bovinos de corte em sistema de pastejo. **UNICIÊNCIAS**, v.15, n.1.

Martins ADS, Vieira PDF, Berchielli TT, Prado IND, Lempp B, Paula MCD (2007) Degradabilidade in situ e observações microscópicas de volumosos em bovinos suplementados com enzimas fibrolíticas exógenas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1927-1936.

Mcallister TA, Hristov AN, Beauchemin KA, Rode LM, Cheng KJ (2001) Enzymes in ruminant diets. In.: Bedford, M.R., Partridge, G.G. (Eds.). **Enzymes in farm nutrition.** Oxon: Cab International. p. 273-298.

Meale SJ, Beauchemin KA, Hristov AN, Chaves AV, Mcallister TA (2014) Board-Invited Review: opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve ruminant production. **Journal of Animal Science**. v.92, p. 427-442.

Medeiros SR, Marino CT (2015) Proteínas na Nutrição de bovinos de corte. In: Medeiros SR, Gomes RC Bungenstab, D. J. (Ed.). **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações.** Brasília, DF: Embrapa. p. 27.

Miorin RL, Custodio L, Figueira DN, Alves Neto JA, Resende FD, Moreira AD, Alves MAP, Siqueira GR (2016) Carcass gain of Nellore bullocks finished on pasture fed with different supplementation levels and additives. **Proceedings of I International Meeting of Advances in Animal Science, Jaboticabal.**

Morais JAS, Berchielli TT, Reis RA (2011) Aditivos. In.: Berchielli, TT, Pires AV, Oliveira SG **Nutrição de Ruminantes.** 2edição. Jaboticabal :Funep, p. 540.



Nogueira SCP, Bertpágua L, Leandro GS, Reis RA, Jorge JA, Polizeli MLTM (2013) Estabilidade xilanásica no rúmen e digestibilidade in vitro de volumosos tratados com extrato enzimático de *Aspergillusniveus*. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.7 n.1, p. 46-60.

Owens FN, Dubeski P, Hanson CF (1993) Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, p. 3138-3150.

Paulino MF, Figueiredo DM, Moraes EHBK, Porto MO, Sales MFL, Acedo TS, Villela SDJ, Valadares Filho SC (2004) Suplementação de Bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In.: Simpósio De Produção De Gado De Corte, 4., Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 93-144.

Poppi DP, McLennan SR, Bediye S, De Vega A, Zorrilla-Rios J (1997) Forage quality: Strategies for increasing nutritive value of forages. In. INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Winnipeg and Saskatoon. **Proceedings...** Winnipeg and Saskatoon: Canadian Forage Council, Canadian Society of Agronomy, Canadian Society of Animal Science. p. 307-322.

Reis RA, Ruggieri AC, Casagrande DR, Pásco AG (2009) Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p. 147-159.

Reis RA, Oliveira AA, Siqueira GR, Gatto E (2011) Semi-confinamento para produção intensiva de bovinos de corte. I Simpósio Matogrossense de bovinocultura de corte.

Roth MTP, Resende FD, Oliveira IM, Fernandes RM, Custódio L, Siqueira GR (2017) Does supplementation during previous phase influence performance during the growing and finishing phase in Nelore cattle? **Livestock Science** 204, p. 122-128.

Sampaio RL, Resende FD, Reis RA, Oliveira IM, Custódio L, Fernandes RM, Pazdiora RD, Siqueira GR (2017) The nutritional interrelationship between the growing and finishing phases in crossbred cattle raised in a tropical system. **Tropical Animal Health and Production**. V.49(5), p. 1015-1024.

Santos EDG, Paulino MF, Lana RP, Valadares Filho SC, Queiroz DS (2002) Influência da suplementação com concentrado nas características de carcaça de bovinos F1 Limousin-Nelore, não castrados, durante a seca, em pastagens de *Brachiaria decubens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, p. 1823-1832.

Santos EDG, Paulino MF, Valadares Filho SC, Lana RP, Queiroz DS, Fonseca DM (2004) Terminação de tourinhos Limousin X Nelore em pastagem Diferida de *Brachiaria ducumbens* Stapf, durante a estação seca, Alimentos com diferentes concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p. 1627-1637.

Sheppy C (2001) The current feed enzyme market and likely trends. In: Bedford MR, Partridge GG. **Enzymes in farm nutrition**. Londres: Cab International. p. 1-10.

Silva FF, Sá JF, Schio AR, Ítavo LCV, Silva RR, Mateus RG (2009) Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p. 371-389.

Siqueira GR, Moretti MH, Fernandes RM, Roth MTP, Resende FD, Santos Júnior AI (2013) Associação pasto-confinamento na produção intensiva de carne bovina. II SIMBOV – II Simpósio Matogrossense de Bovinocultura de Corte.

Thorpe J, Beal JD (2001) Vegetable Protein Meals and the Effects of Enzymes. In.: Bedford MR, Partridge GG (Eds.). **Enzymes in farm nutrition**. Oxon: Cab International. p. 125-144.

## CAPÍTULO 2

O artigo a seguir está redigido conforme normas de publicação do Animal Feed Science and Technology, exceto o posicionamento das tabelas e figuras.

**CAPÍTULO 2 – Terminação de bovinos a pasto com ou sem adição de enzima fibrolítica em duas estratégias de suplementação constante ou crescente no período da seca**

RESUMO – Objetivou-se com esse trabalho avaliar as alterações no metabolismo, desempenho e composição corporal de bovinos Nelore terminados com suplementação a pasto constante ou crescente com ou sem adição de enzima fibrolítica, no período da seca. Foram avaliados dois anos consecutivos, sendo que no primeiro foram utilizados 28 animais para avaliação de desempenho e 8 animais canulados para ensaios metabólicos, divididos em 11 piquetes. No segundo ano foram utilizados 48 animais e foi realizado apenas avaliação de desempenho. Todos eram bovinos Nelore não castrados, com 30 meses de idade, com peso corporal (PC) inicial de  $443,3 \pm 9,17$  kg e idade média de 24 meses. O experimento foi dividido em quatro períodos de 35 dias cada. A enzima utilizada foi a Xilanase (FIBROZYME - Alltech®), (15 mg/kg de PC/dia). O delineamento foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 2 x 2, com duas estratégias de suplementação (estratégia constante ou crescente) e presença ou ausência de enzima fibrolítica. O suplemento constante foi fornecido na quantidade de 10 g/kg PC/dia e o crescente na quantidade de 4, 8, 12 e 16 g/kg de PC (apresentando média de 10 g/kg de PC), a unidade experimental foi o animal, as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade para diferença e de 5 a 10% para tendência. Não houve diferença significativa para peso corporal final com ou sem enzima, e as estratégias não influenciaram ganho de peso corporal e carcaça. A utilização de enzima fibrolítica melhorou peso de carcaça quente (PCQ;  $p = 0,03$ ), peso corporal ajustado (PCa;  $p = 0,03$ ), rendimento de carcaça (RC;  $p < 0,01$ ), ganho médio diário de carcaça (GMDcar;  $p = 0,02$ ) e ganho de carcaça (GC;  $p = 0,01$ ). Maiores concentrações de suplemento na dieta apresentaram menores valores de pH, sendo que a enzima fibrolítica propiciou maiores valores de pH ruminal na estratégia de suplementação crescente ( $p < 0,01$ ). A utilização de enzima fibrolítica aumentou a relação acetato: propionato ( $p = 0,04$ ), com exceção do segundo período que não houve diferença. Fornecer a mesma quantidade de suplemento em duas diferentes estratégias, durante a fase de terminação a pasto, não altera o desempenho animal. A inclusão de enzima fibrolítica na suplementação aumenta o peso de carcaça quente, rendimento de carcaça e peso corporal ajustado, além de auxiliar no controle do pH em maiores suplementações e apresentar maior relação acetato: propionato.

Palavras-chave: carcaça, nutrição, semi-confinamento, suplementação, xilanase.

## 1 Introdução

O sistema de produção de bovinos de corte predominantemente no Brasil é em pastagens, inclusive na fase de terminação. A grande maioria destes animais são abatidos com idade elevada (acima de 36 meses), recebendo baixa quantidade de alimento concentrado, apresentando peso médio de carcaça de 254 kg (valor referente ao terceiro trimestre de 2018) (IBGE, 2018; Ferraz; Felício, 2010). É sabido que a produção e qualidade forrageira não é uniforme durante o ano, pois vários fatores influenciam sua produção, podendo ser dividido em dois grandes períodos, inverno (onde no Brasil central há escassez de chuvas) e verão (período de chuvas). Esta sazonalidade na produção de forragem e consequentemente na produção animal devem ser entendidas e trabalhadas para que a exigência do animal seja suprida com fontes externas de nutrientes para que o desempenho não seja prejudicado (Roth et al., 2017; Sampaio et al., 2017).

Na fase de terminação (período final de engorda que geralmente coincide com o período da seca), o padrão de crescimento dos tecidos corporais de bovinos de corte se altera, onde quanto mais próximo da maturidade, menor a deposição de proteína muscular e maior a necessidade de energia para deposição de gordura (Owens et al., 1993). Portanto, é necessária a adoção de estratégias que supram estas exigências e isso é possível com o uso de suplementos concentrados que corrijam as deficiências de nutrientes provenientes do pasto no período da seca (Casagrande et al., 2011). A adoção destas estratégias pode influenciar no resultado final esperado, como por exemplo, aumentar gradativamente a quantidade de suplemento conforme aumenta a exigência de energia do animal e diminui-se a qualidade e oferta de pasto.

A utilização de maiores estratégias de suplementação a pasto gera alterações no ambiente ruminal, reduzindo pH e impactando negativamente nas bactérias fibrolíticas, afetando a digestão da forragem, sendo possível manipular estas mudanças com a utilização de aditivos na dieta. Um exemplo é o de melhora da degradação da fibra por meio da adição de enzimas fibrolíticas (Morais et al., 2011).

São necessárias diversas enzimas para que haja a digestão das gramíneas, sendo as principais celulasas e xilanases, que degradam a parede celular da planta (McAllister et al. 2001). A utilização correta das enzimas em dietas pode aumentar a ingestão dos alimentos pelos ruminantes, devido a maior liberação dos açúcares através da hidrólise da fibra (Adesogan, 2005). Alguns estudos com digestibilidade “in vitro” de forrageiras tropicais, com adição de enzimas fibrolíticas, mostram resultados promissores com relação a maior degradação da fibra, aumentando a eficiência de utilização dos alimentos (Facchini et al., 2012; Nogueira et al., 2013).

A hipótese do presente trabalho é que a estratégia de suplementação crescente no período da seca em pastos tropicais melhore o desempenho e produtividade dos animais zebuínos, devido ao maior aporte de nutrientes na fase final da terminação, onde há menor oferta e limitação na qualidade da forragem e a inclusão de enzima fibrolítica na dieta proporcione maior degradabilidade da fibra do pasto e melhore o pH ruminal, aumentando o aproveitamento da dieta e, conseqüentemente, gerando também melhor desempenho. Portanto, objetivou-se avaliar duas estratégias de suplementação, constante ou crescente, com ou sem adição de enzima fibrolítica no metabolismo, desempenho e composição corporal de bovinos em terminação no período da seca.

## 2 Material e métodos

Todos os procedimentos foram seguidos de acordo com o princípio ético estabelecido pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP – Campus de Jaboticabal – SP (processo nº 24012.2012.67).

### *Área, período experimental, animais*

O experimento foi conduzido na unidade de pesquisa do Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana (PRDTA – Alta Mogiana), órgão da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. O PRDTA – Alta Mogiana está localizado no município de Colina, Estado de São Paulo (latitude de 20° 43' 05" S; longitude 48° 32' 38" W), O clima da região é do tipo AW (segundo classificação de Köppen), onde a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e do mês mais frio inferior a 18°C.

O experimento foi conduzido em áreas que possuíam 4 cochos automáticos Intergado® (Chizzotti et al. 2015) por piquete, permitindo a entrada para consumo de apenas 1 animal/cocho específico, além de identificar o tempo de permanência no cocho e número de visitas diárias, sendo assim a unidade experimental foi o animal e os blocos os piquetes (definidos por peso), havendo todos os tratamentos em todos os piquetes. Foram avaliados dois anos experimentais, sendo que no primeiro ano foram feitas avaliações de desempenho, carcaça, consumo, digestibilidade, metabolismo e no segundo ano apenas avaliações de desempenho e carcaça para validar os resultados, como descritos na sequência.

No primeiro ano o experimento foi conduzido em uma área de 9 ha, divididos em 9 piquetes de 1 ha cada, sendo que 7 piquetes (7 blocos) foram usados para o experimento de

desempenho e 2 piquetes para a parte de metabolismo (animais canulados). No segundo ano foi conduzida apenas a parte de desempenho em 12 piquetes (12 blocos). A área era constituída de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), formado no período chuvoso do início de 2015. O período experimental do primeiro ano foi de abril de 2016 (transição para a seca) até agosto de 2016 e no segundo ano foi de junho de 2017 até outubro de 2017.

Foram utilizados 36 bovinos Nelore não castrados, 8 para o metabolismo (2 repetições/tratamento) e 28 de desempenho (7 repetições/tratamento) e no segundo ano 48 bovinos Nelore não castrados (12 repetições/tratamento). Os animais tinham em média 30 meses de idade, e peso inicial médio de 443,3 kg (EPM = 9,2). Foram utilizados 4 animais por piquete.

### *Tratamentos*

Os tratamentos eram em blocos casualizados em fatorial 2 x 2 de duas estratégias de suplementação (estratégia constante ou crescente) e presença ou ausência de enzima fibrolítica. Na estratégia constante o suplemento foi fornecido na quantidade de 10 g/kg PC/dia e a crescente na quantidade de 4, 8, 12 e 16 g/kg de PC. A suplementação crescente foi aumentando a cada período, com a média total de 10 g/kg de PC (Tabela 1). O intuito foi fornecer a mesma quantidade de suplemento (10 g/kg de PC), em ambas as estratégias, porém, de forma diferente, onde conforme há avanço do período seco (diminuindo oferta de folha e forragem) a suplementação crescente vai aumentando. O fornecimento da suplementação foi uma vez por dia, todos os dias às 08:00 horas. Os suplementos foram formulados de acordo com a necessidade de nutrientes necessários para suprir o déficit do pasto (média histórica de



seca no centro de pesquisa) para exigência de ganho (Valadares Filho et al., 2006) de 0,925 kg/dia (valor médio de ganho da estratégia de 10g/kg do PC no período seco).

O experimento foi dividido em quatro períodos de 35 dias cada. A enzima utilizada foi a Xilanase (FIBROZYME - Alltech®), fornecida na quantidade de 15 mg/kg de PC, segundo recomendação do fornecedor. A enzima atua na hemicelulose da parede celular que contém principalmente xilana em sua composição (Bhat; Hazlewood, 2001). As enzimas fibrolíticas utilizadas foram extraídas dos fungos *Aspergillus niger* e *Trichoderma longibrachiatum*. O produto constituiu de celulase e xilanase e de um surfactante (extrato de *Yucca echinacea*), veículo que tem a função de aumentar o contato das enzimas com o substrato. A atividade enzimática do Fibrozyme (39°C e pH 4,0) foi de aproximadamente 100 unidades de xilanase (UX) por grama do produto. Uma unidade de xilanase corresponde à quantidade de enzima requerida para liberar um micromol de xilose (substrato). O fornecimento da suplementação foi uma vez por dia, todos os dias às 08:00 horas.

Foi realizada adaptação dos animais às estruturas de cochos 21 dias antes do início do experimento, no qual foi fornecida a quantidade de 2 g/kg de PC de suplemento em todos os cochos, sendo que no início da adaptação os animais tinham acesso a todos os cochos do piquete, e por meio do sistema online era possível identificar quais os animais que estavam consumindo e assim adaptá-los para abrir somente uma porta de acesso.

#### *Avaliação da forragem*

As variáveis qualitativas e quantitativas da forragem foram avaliadas a cada 35 dias, sendo mensurada massa de forragem total, composição estrutural, altura e análise bromatológica.

**Tabela 1.** Composição dos suplementos na terminação de bovinos de corte Nelore em pastagem (período da seca), com base na matéria seca (MS) (Ano 1: Abril a Agosto; Ano 2: Junho a Outubro).

Item (g/kg de MS)	Suplementos				
	Constante (g/kg PC)	Crescente (g/kg PC)			
	10	4	8	12	16
Farelo de amendoim	164	271	220	145	108
Polpa Cítrica	319	239	291	330	343
Milho moído	470	361	429	485	519
Ureia	12,5	31,6	14,3	10,0	10,0
Núcleo mineral <sup>1</sup>	35,0	98,0	46,0	30,0	20,0
<i>Composição</i>					
Proteína bruta	177	263	202	162	149
Fibra em detergente neutro	202	191	202	203	202
Fibra em detergente ácido	113	109	114	113	111
Nutrientes digestíveis totais	776	695	756	785	800
Extrato etéreo	34,6	28,6	32,6	35,4	36,9
Matéria mineral	88,9	154	103	83,2	71,0

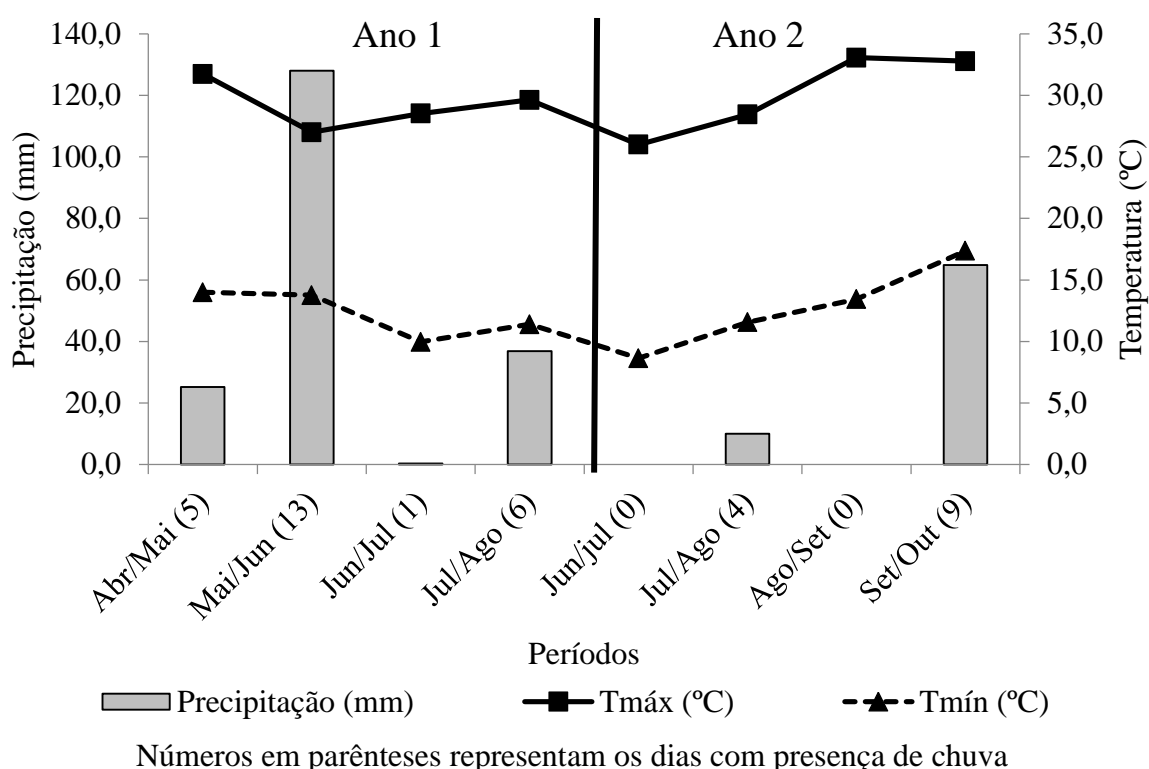
MS – Matéria seca; PC – Peso corporal; Nutrientes digestíveis totais foram calculados usando a fórmula descrita por (Valadares Filho et al. 2006); 1Níveis de garantia do produto: sódio 69 g/kg, cálcio 228 g/kg, fósforo 19 g/kg; enxofre 37 g/kg, manganês 849 mg/kg, zinco 2732 mg/kg, ferro 828 mg/kg, cobre 828 mg/kg, cobalto 108 mg/kg, iodo 79 mg/kg, selênio 12 mg/kg, flúor (máx.) 111 mg/kg, monensina 1421 mg/kg.

Para determinação da massa de forragem foi utilizado o método de dupla amostragem (Sollenberger; Cherney, 1995). Cada piquete teve sua altura medida em 50 pontos, essas alturas foram inseridas em planilhas e o desvio padrão determinado. Posteriormente, foram estimadas as alturas altas (média + 2 desvios padrão), médias e baixas (médias – 2 desvios padrão), foram colhidos três pontos em cada uma das alturas pré-determinadas e calculada uma equação de regressão relacionando a massa do pasto e a altura da forragem, buscando-se,

dessa forma, uma melhor determinação da massa de forragem existente (Tabela 2). Nas alturas médias, as amostras foram fragmentadas em folha verde, folha seca, colmo verde e colmo seco. Cada estrutura foi pesada, caracterizando assim a composição morfológica da forragem (Tabela 2).

**Tabela 2.** Características quantitativas médias e composição morfológica de forragem dos piquetes de capim-marandu pastejados durante o ano 1 e ano 2 na terminação de bovinos de corte Nelore em pastagem no período da seca.

Item	<i>Ano 1</i>				EPM
	abr/16	mai/16	jun/16	ago/16	
Altura da forragem (cm)	34,4	34,7	32,4	32,4	1,42
Massa de forragem (kgMS/ha)	7145	7183	5319	5498	405
Massa verde total (kgMS/ha)	2786	2126	1109	1220	204
Massa de folha verde (kgMS/ha)	660	760	148	516	93,4
<i>Composição estrutural</i>					
Colmos senescentes (%)	44,0	35,0	58,0	74,0	2,40
Folhas senescentes (%)	18,0	26,0	22,0	4,00	2,80
Colmos verdes (%)	29,0	26,0	17,0	12,0	1,80
Folhas verdes (%)	9,00	13,0	3,00	10,0	1,60
Item	<i>Ano 2</i>				EPM
	jun/17	jul/17	ago/17	out/17	
Altura da forragem (cm)	35,2	33,7	29	31,6	1,49
Massa de forragem (kgMS/ha)	5910	3987	3658	5350	321
Massa verde total (kgMS/ha)	1652	371	157	1021	94,8
Massa de folha verde (kgMS/ha)	258	35,0	12,0	52,0	19,8
<i>Composição estrutural</i>					
Colmos senescentes (%)	49,0	67,0	78,4	54,1	2,42
Folhas senescentes (%)	23,2	24,4	17,4	26,9	1,75
Colmos verdes (%)	23,6	7,80	3,80	18,1	1,48
Folhas verdes (%)	4,20	0,90	0,40	1,00	0,37



Fonte: Estação meteorológica da APTA-Colina, SP, Brasil.

**Figura 1.** Precipitação, temperatura máxima e mínima no período experimental dos dois anos de avaliação da terminação de bovinos de corte Nelore em pastagem no período da seca.

É importante ressaltar que no terceiro período do segundo ano, a partir do dia 08 de setembro de 2017 foi necessária a utilização de feno de tifton 85 para os animais, devido a falta de chuva (Figura 1), ocasionando baixa oferta de forragem e folhas, tanto verdes quanto secas. A quantidade fornecida foi igual para todos os piquetes, sendo 24,9 kg de MS/dia/piquete, ou seja, 6,23 kg de MS/animal/dia.

A cada 35 dias foram realizados pastejo simulado (Tabela 3) (De Vries, 1995) para determinação do valor nutricional da forragem. Essas amostras, foram secas em estufas de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, sendo moídas em moinho com peneira de crivo de 1

mm para posterior determinação do teor de matéria mineral (MM; 942.05), matéria seca (MS; 934.01), proteína bruta (PB; 978.04) e extrato etéreo (AOAC, 1995), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (Van Soest et al., 1991), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) (Licitra et al., 1996) e moídas a 2 mm para avaliação de FDNi (Casali et al., 2008).

#### *Consumo individual de suplemento*

Com a utilização do sistema Intergado® que permite o acesso de apenas um animal por cocho, foi possível determinar o consumo individual de suplemento diário. Esse consumo foi calculado pela diferença entre o ofertado e a sobra de cada animal.

**Tabela 3.** Composição química do pastejo simulado de capim Marandu do primeiro ano experimental na fase de terminação de bovinos de corte Nelore durante a seca.

g/kg (MS)	Coletas					EPM
	09/abr	14/maio	18/junho	23/julho	27/agosto	
Matéria seca (g/kg de MN)	256	385	260	364	297	14,9
Proteína bruta	109	69,1	112	79,6	132	4,70
Fibra em detergente neutro	655	729	667	717	690	7,00
Fibra em detergente ácido	300	355	330	349	332	5,60
Lignina	39,7	51,6	50,1	52,7	61,4	1,70
Extrato etéreo	12,6	10,4	15,7	11,8	9,70	0,60
PIDN/PB	404	467	315	346	469	13,5
PIDA/PB	109	180	108	133	132	10,8
Matéria mineral	101	90,1	94,0	96,4	108	1,60

PIDN – Proteína insolúvel em detergente neutro (g/kg de PB); PIDA – Proteína insolúvel em detergente ácido (g/kg de PB);

#### *Consumo individual de forragem*

Foi utilizado indicador externo para determinar a produção fecal (dióxido de titânio) e indicador interno para determinar o consumo de forragem, sendo este indicador a fibra em

detergente neutro indigestível (FDNi) (Valente et al., 2011), proveniente de simulação de pastejo, a qual foi realizada diariamente durante o período de coleta de 4 dias, sempre nos últimos dias do período.

O indicador externo foi fornecido no final de cada período, através do suplemento, sendo possível devido aos cochos individuais. Foram 6 dias para estabilização do fluxo dos mesmos e 4 dias para a coleta de dados. As coletas de fezes foram realizadas em horários alternados: 7h, 11h, 15h e 19h, respectivamente. Esse procedimento foi adotado para representar a excreção fecal durante o dia (Smith; Reid, 1995).

As amostras de fezes dos 4 dias de coleta de cada animal foram homogeneizadas e levadas a estufa para determinação do teor de matéria seca. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho de facas tipo Willey na peneira de 2 e 1 mm, sendo 1 mm para análise bromatológica e futuro cálculo de digestibilidade dos nutrientes e 2 mm para incubação e análise de FDNi (Casali et al., 2008). A determinação da concentração de  $TiO_2$  nas fezes foi realizada por espectrofotômetro de absorção atômica (Método INCT-CA M-007/1).

Com os valores de consumo e análise bromatológica da forragem e suplemento, foi possível calcular o consumo de nutrientes (PB, EE, FDN, Carboidratos totais).

#### *Valores de pH, nitrogênio amoniacal e ácidos orgânicos ruminais dos animais*

Foram realizadas cinco colheitas de líquido ruminal em um dia na última semana de cada período. Sendo colhidas amostras nos tempos 0, 6, 12, 18 após o trato (08:00h), após o conteúdo ruminal ser filtrado, retirando apenas o líquido. Nas amostras foram mensurados o pH, a concentração de amônia ( $NNH_3$ ) e de ácidos orgânicos. As medições de pH foram realizadas imediatamente após a coleta por intermédio de peagâmetro digital (DM-1069 22,

Digimed, São Paulo, Brasil). Para a determinação de amônia ruminal, foi separada uma alíquota de 50 mL, acondicionada em recipiente de plástico contendo 1,0 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1:1), identificada e congelada a -20°C para posterior análise laboratorial por método colorimétrico (Weatherburn, 1967). Para a determinação dos ácidos graxos de cadeia curta, foi utilizada uma amostra do conteúdo sem acidificação, e a análise foi feita por cromatografia gasosa (Erwin et al., 1961).

#### *Avaliação do desempenho animal*

Os animais foram pesados inicialmente para realização do sorteio de distribuição nos piquetes no início do experimento e, a cada período, após jejum de sólidos e líquidos de 16 horas, para mensuração do ganho de peso corporal e ganho médio diário. O ajuste de suplemento foi feito em todos os períodos após a pesagem.

#### *Características de carcaça*

Foram abatidos 3 animais no início do experimento (selecionados dentro de três faixas de peso: leve, médio e pesado), onde por meio da utilização da equação de regressão entre o peso corporal em jejum e o peso de carcaça dos animais abatidos, foram estimados os pesos de carcaça iniciais dos animais remanescentes no experimento:

$$\text{Peso de carcaça inicial (Ano 1)} = - 64,323 + (0,6709 \times \text{peso corporal em jejum inicial})$$

$$\text{Peso de carcaça inicial (Ano 2)} = - 16,993 + (0,5566 \times \text{peso corporal em jejum inicial})$$

No final do experimento todos os animais experimentais foram abatidos em frigorífico comercial na cidade de Barretos, distante da APTA em 20 km. Os procedimentos adotados

foram os mesmos executados comercialmente pelo frigorífico. Após o abate foram obtidos os pesos de carcaça quente (peso da carcaça logo após o abate) para cálculo do rendimento de carcaça. Além disso, com o peso de carcaça final e inicial (estimado) foi possível calcular o ganho de carcaça e ganho médio diário de carcaça. Foram também pesados o fígado, coração, gordura renal pélvica e inguinal, coração, baço, rim, rúmen e intestinos delgado e grosso para cálculo de componentes não carcaça (CNC).

Com o rendimento de carcaça foi possível calcular o peso corporal ajustado (PCa) para ajustar o peso de todos os animais no mesmo rendimento médio.

$$\text{Peso corporal ajustado (PCa)} = (\text{Peso de Carcaça} / \text{RCmédio}) \times 100$$

#### *Análise estatística*

Desempenho - O delineamento experimental foi em blocos casualizados com esquema fatorial 2 x 2. O estudo teve duração de aproximadamente 140 dias. A unidade experimental foi representada pelo animal, sendo quatro unidades experimentais e tratamentos por piquete, pois eles receberam suplementos individualmente em comedouros Intergado com porta de exclusão. Os blocos foram divididos por peso, havendo assim 7 blocos no primeiro ano e 12 no segundo. As variáveis foram analisadas pelo modelo:  $Y_{ijkl} = \mu + \text{Sup}_i + \text{Enz}_j + (\text{Sup} \times \text{Enz})_{ij} + B_k + C_{ijkl}$ . Em que  $\mu$  = constante (média) comum a todas as observações;  $\text{Sup}_i$  = efeito do i-ésimo nível da estratégia de suplementação com  $i=1, \dots, a$ ;  $\text{Enz}_j$  = é o efeito do j-ésimo nível da enzima fibrolítica com  $j = 1, \dots, b$ ;  $\text{Sup} \times \text{Enz}_{ij}$  = é o efeito da interação do i-ésimo nível da estratégia de suplementação com o efeito do j-ésimo nível da enzima fibrolítica;  $B_k$  = efeito do bloco;  $e_{ijkl}$  = erro experimental associado à observação  $Y_{ijkl}$  com  $l = 1, \dots, r$ . As estratégias de suplementação, presença ou ausência de enzima, ano e interações foram consideradas efeitos fixos e o bloco considerado efeito aleatório.



Medidas repetidas foram submetidas à análise de variância como medidas repetidas no tempo, usando procedimento MIXED do SAS versão 9.2 (SAS Institute Inc. Cary, NC) e os efeitos do tempo e sua interação incluídos no modelo, bem como o efeito do ano e sua interação nas variáveis avaliadas nos dois anos. Diferentes estruturas de covariância residual foram testadas para determinar a estrutura que melhor se ajusta a cada variável. As matrizes para cada variável foram escolhidas de acordo com o critério BIC (Bayesian Information Criteria). As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey. A significância foi estabelecida a  $\leq 5\%$  de probabilidade para diferença significativa e de 5 a 10% de probabilidade para tendência.

Animais canulados – O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com esquema fatorial 2 x 2. A unidade experimental foi representada pelo animal, havendo dois animais por tratamento. As variáveis foram analisadas pelo modelo:  $Y_{ijkl} = \mu + \text{Sup}_i + \text{Enz}_j + (\text{Sup} \times \text{Enz})_{ij} + \epsilon_{ijkl}$ . Em que  $\mu$  = constante (média) comum a todas as observações;  $\text{Sup}_i$  = efeito do  $i$ -ésimo nível do da estratégia de suplementação com  $i=1, \dots, a$ ;  $\text{Enz}_j$  = é o efeito do  $j$ -ésimo nível da enzima fibrolítica com  $j = 1, \dots, b$ ;  $\text{Sup} \times \text{Enz}_{ij}$  = é o efeito da interação do  $i$ -ésimo nível da estratégia de suplementação com o efeito do  $j$ -ésimo nível da enzima fibrolítica;  $\epsilon_{ijkl}$  = erro experimental associado à observação  $Y_{ijkl}$  com  $l = 1, \dots, r$ . As estratégias de suplementação, presença ou ausência de enzima e interações foram consideradas efeitos fixos.

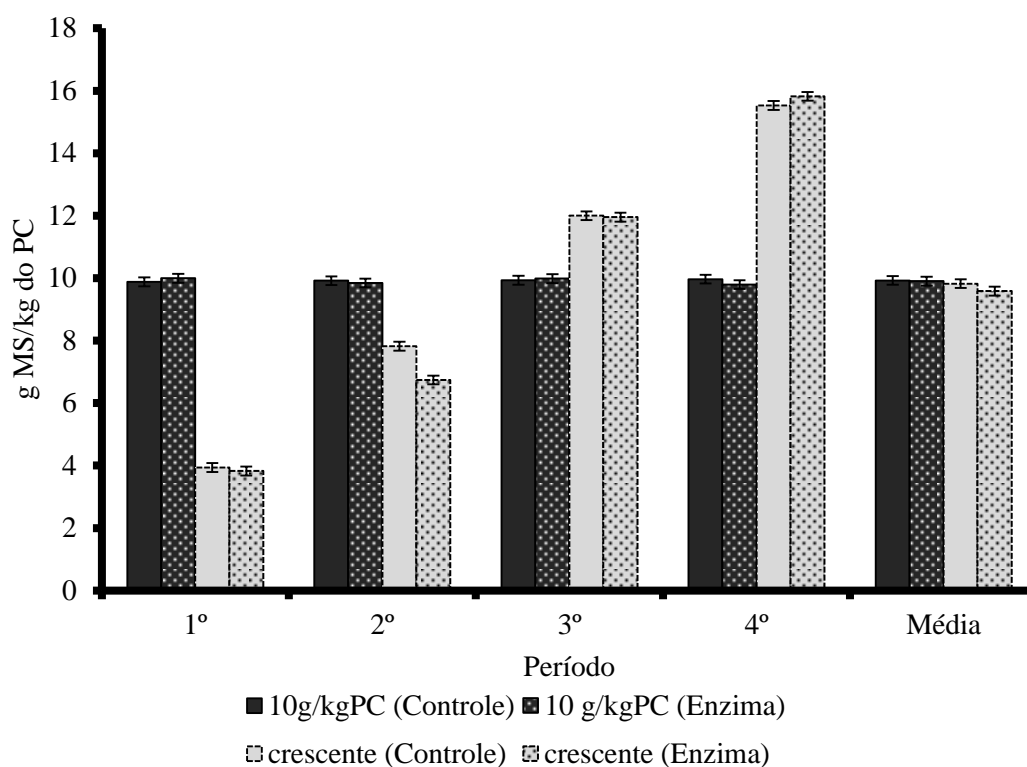
Medidas repetidas foram submetidas à análise de variância como medidas repetidas no tempo, usando procedimento MIXED do SAS versão 9.2 (SAS Institute Inc. Cary, NC) e os efeitos do tempo e sua interação incluídos no modelo. Diferentes estruturas de covariância residual foram testadas para determinar a estrutura que melhor se ajusta a cada variável. As matrizes para cada variável foram escolhidas de acordo com o critério BIC (Bayesian Information Criteria). As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey. A

significância foi estabelecida a  $\leq 5\%$  de probabilidade para diferença significativa e de 5 a 10% de probabilidade para tendência.

### 3. Resultados

#### *Avaliação de consumo de suplemento, forragem e total*

Houve interação entre as estratégias de suplementação, enzima e período ( $p < 0,01$ ) para o consumo de suplemento avaliado durante todo o período experimental. Como esperado, o consumo de suplemento para animais recebendo a estratégia de suplementação constante não diferiu entre os períodos ( $p < 0,01$ ) (Figura 2).



**Figura 2.** Consumo individual de suplementação (g MS/kg do PC) de bovinos de corte Nelore recebendo níveis constantes ou crescentes, com adição de enzima fibrolítica, durante a terminação a pasto na seca. 10 g/kg do peso corporal/dia durante todo o experimento; Crescente – 4, 8, 12 e 16 g/kg do peso corporal/dia; Enzima – Fibrozyme (15 mg/kg PC/dia). Dados coletados durante todo o período experimental, usando todos os animais experimentais. Efeito da interação entre estratégia, enzima e período  $P < 0,01$ . EPM = 0,05.

Somente no segundo período, houve efeito da presença de enzima fibrolítica ( $p < 0,01$ ). Animais recebendo suplementação crescente com enzima apresentaram menor consumo de suplemento em relação às demais estratégias (6,74 vs. 7,82 g/kg PC) (Figura 2).

Não houve interação entre as estratégias de suplementação, enzima e período ( $p > 0,16$ ) para os consumos avaliados em todos os animais durante a coleta de fezes. Com exceção da ingestão de fibra em detergente neutro ( $p = 0,50$ ), os consumos de suplemento, forragem, consumo total e consumo de nutrientes foram afetados pela estratégia de suplementação ao longo dos períodos experimentais ( $p < 0,02$ ) (Tabela 4).

O consumo de suplemento aumentou ao longo dos períodos em ambas as estratégias de suplementação ( $p < 0,01$ ) (Figura 3). O consumo de forragem foi menor no primeiro (3,9 kg) e no quarto (4,2 kg) período para os animais recebendo suplementação constante e menor no quarto período (3,7 kg) para os animais recebendo suplementação crescente ( $p < 0,01$ ) (Figura 3).

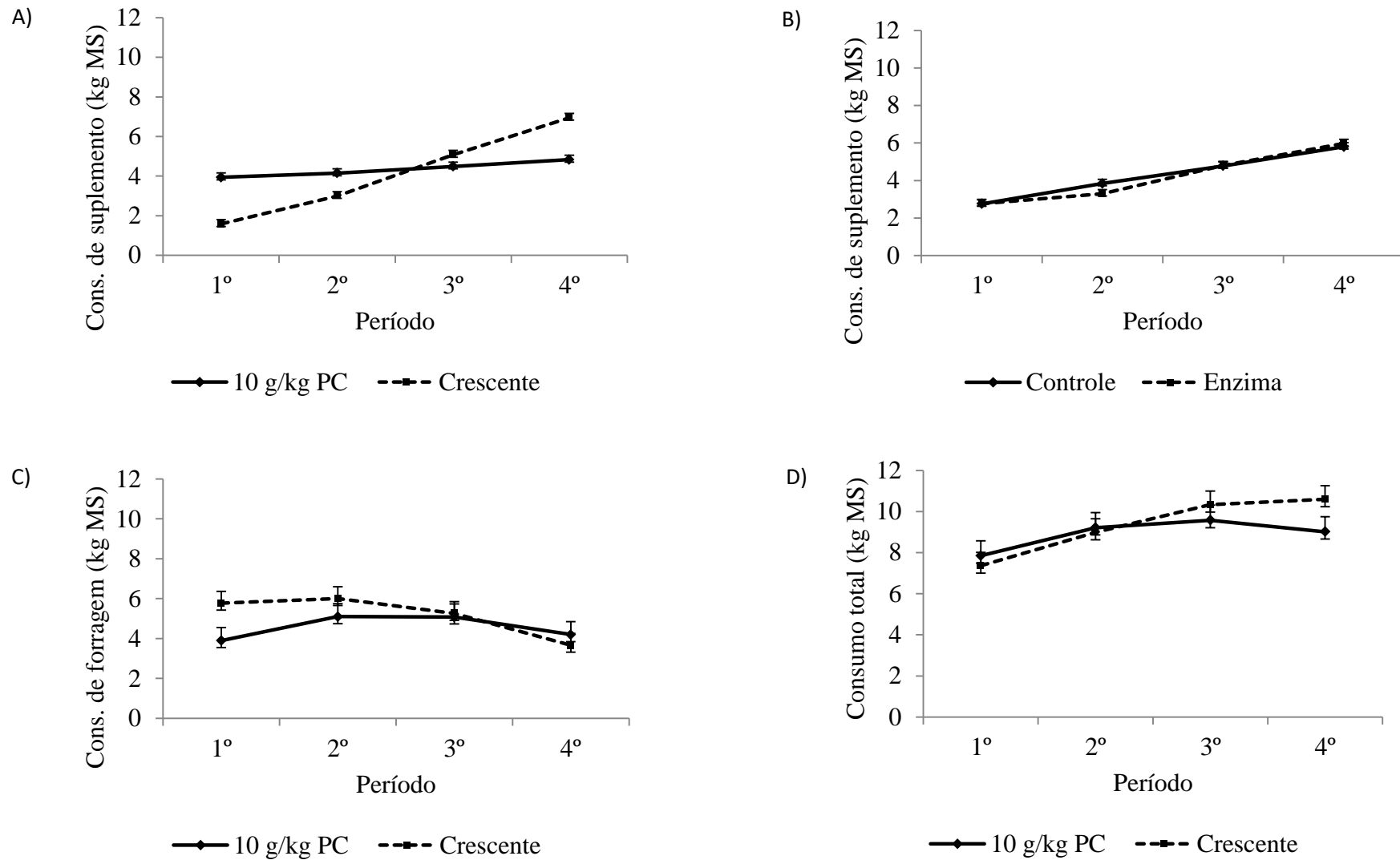
O maior consumo total dos animais recebendo suplementação constante foi observado no terceiro período (9,58 kg), enquanto nos animais que receberam suplementação crescente o maior consumo total foi observado no terceiro (10,34 kg) e quarto período (10,60 kg). O menor consumo total foi observado no primeiro período para ambas as estratégias de suplementação (constante = 7,85 kg; crescente = 7,36 kg) ( $p = 0,02$ ) (Figura 3).

Para os animais recebendo estratégia de suplementação crescente o consumo de nutrientes aumentou conforme aumentou o nível de suplementação entre os períodos experimentais. Para os animais da estratégia constante, os consumos de extrato etéreo ( $p < 0,01$ ) e carboidratos totais ( $p < 0,01$ ) apresentaram o mesmo padrão de consumo de forragem, menor no primeiro e no último período; enquanto a ingestão de proteína bruta ( $p = 0,01$ ) foi menor no primeiro e segundo período (Tabela 4).

**Tabela 4.** Consumo individual de bovinos de corte Nelore recebendo níveis constantes ou crescentes de suplementação com adição de enzima fibrolítica na terminação a pasto no período da seca no primeiro ano experimental.

Consumo (kg/dia)	Constante		Crescente		EPM	<i>P-valor</i>						
	Controle	Enzima	Controle	Enzima		S	E	P	S×E	S×P	E×P	S×E×P
Suplemento	4,39	4,31	4,19	4,11	0,14	0,02	0,34	<0,01	0,99	<0,01	0,04	0,70
Forragem	4,64	4,50	5,03	5,32	0,33	0,03	0,77	<0,01	0,41	<0,01	0,59	0,16
Total	9,03	8,80	9,22	9,42	0,36	0,17	0,97	<0,01	0,47	0,02	0,69	0,38
Consumo total, % peso vivo	1,86	1,81	1,94	1,98	0,09	0,06	0,97	<0,01	0,46	0,01	0,67	0,35
Proteína bruta	1,24	1,24	1,19	1,20	0,04	0,40	0,93	<0,01	0,87	0,01	0,96	0,55
Extrato etéreo	0,21	0,21	0,20	0,21	0,01	0,83	0,83	<0,01	0,69	<0,01	0,71	0,73
Fibra em detergente neutro	4,31	4,16	4,48	4,68	0,25	0,10	0,90	0,02	0,41	0,50	0,91	0,16
Carboidratos totais	6,76	6,57	6,89	7,12	0,28	0,18	0,94	<0,01	0,41	0,01	0,88	0,25

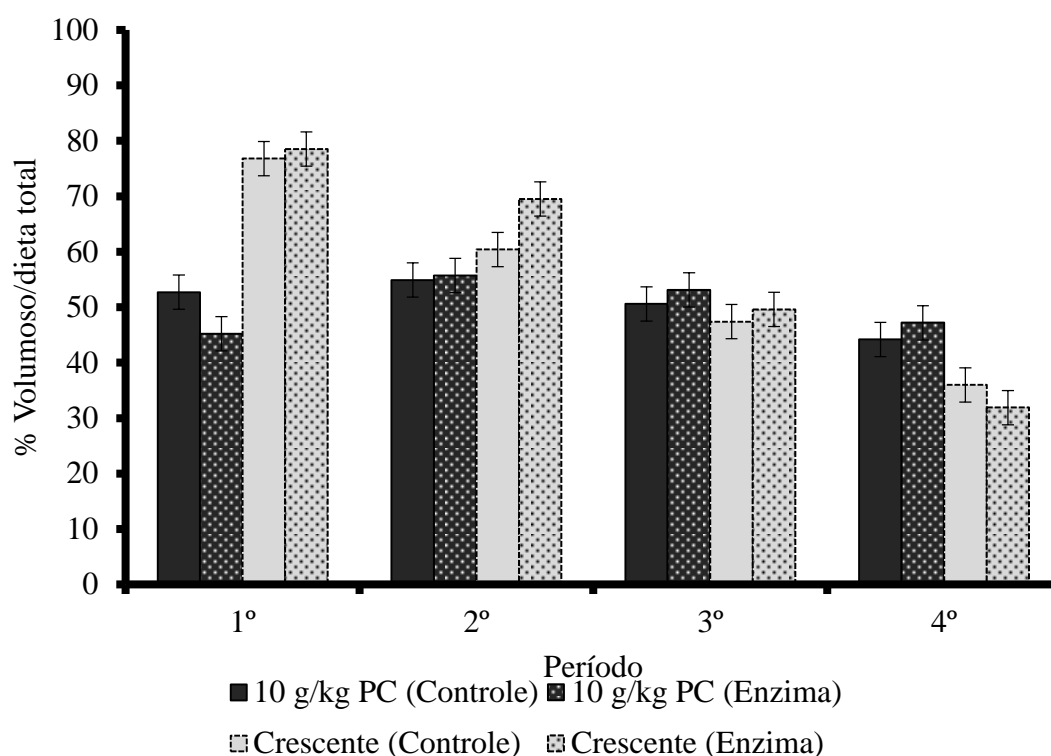
EPM – Erro padrão da média; S – Suplemento; E – Enzima; P – Período. Constante - 10 g/kg do peso corporal/dia durante todo o experimento; Crescente – 4, 8, 12 e 16 g/kg do peso corporal/dia; Enzima – Fibrozyme (15 mg/kg PC/dia). Dados coletados durante o período de coleta de fezes, usando todos os animais experimentais.



**Figura 3.** Consumo individual de bovinos recebendo níveis constantes ou crescentes de suplementação, com adição de enzima fibrolítica ou não, na terminação a pasto, no período da seca. (A) Consumo de suplemento (10 g/kg PC x Crescente); (B) Consumo de suplemento (Controle x Enzima); (C) Consumo de forragem (10 g/kg PC x Crescente); (D) Consumo total (10 g/kg PC x Crescente).

Em relação à interação enzima e período, no segundo período, os animais recebendo enzima apresentaram menor consumo de suplemento quando comparados aqueles que não receberam enzima (3,30 vs 3,84 kg) (Figura 3).

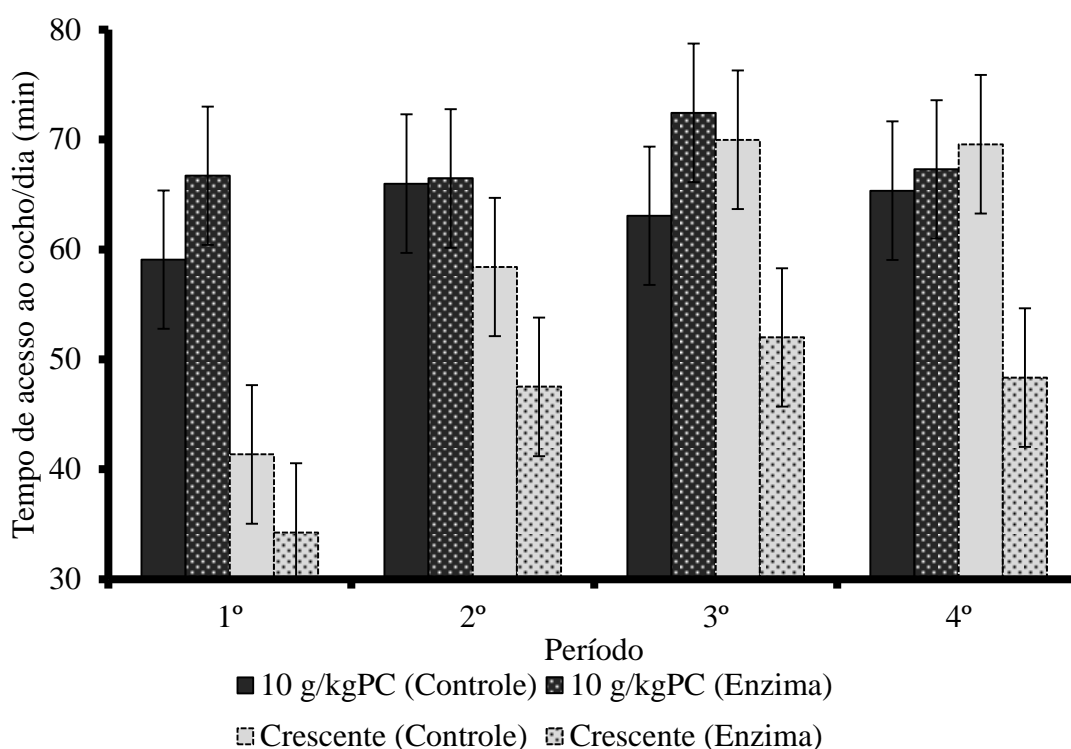
Os animais que receberam suplementação crescente consumiram na média 5,8% a mais de volumoso (porcentagem da dieta total) comparado com os que receberam suplementação constante ( $p < 0,01$ ). (Figura 4).



**Figura 4.** Proporção de volumoso na dieta total de bovinos de corte Nelore recebendo níveis constantes ou crescentes de suplementação com adição de enzima fibrolítica na terminação a pasto no período da seca (Ano 1: Abril a Agosto). 10 g/kg do peso corporal/dia durante todo o experimento; Crescente – 4, 8, 12 e 16 g/kg do peso corporal/dia; Enzima – Fibrozyme (15 mg/kg PC/dia). Dados coletados durante as coletas de fezes, usando todos os animais experimentais. Efeito da estratégia  $P = < 0,01$ ; Efeito da enzima  $P = 0,45$ ; Efeito do período  $P < 0,01$ ; Efeito da interação entre estratégia e enzima  $P = 0,33$ ; Efeito da interação entre estratégia e período  $P < 0,01$ ; Efeito da interação entre enzima e período  $P < 0,26$ ; Efeito da interação entre estratégia, enzima e período  $P < 0,13$ . Erro Padrão da Média = 3,09.

O consumo de volumoso em relação ao concentrado dos animais que receberam suplementação crescente diminuiu conforme aumentou o nível de suplementação ( $p < 0,01$ ). Para a estratégia constante, a menor relação volumoso:concentrado foi observada no quarto período (45,7%) (Figura 4).

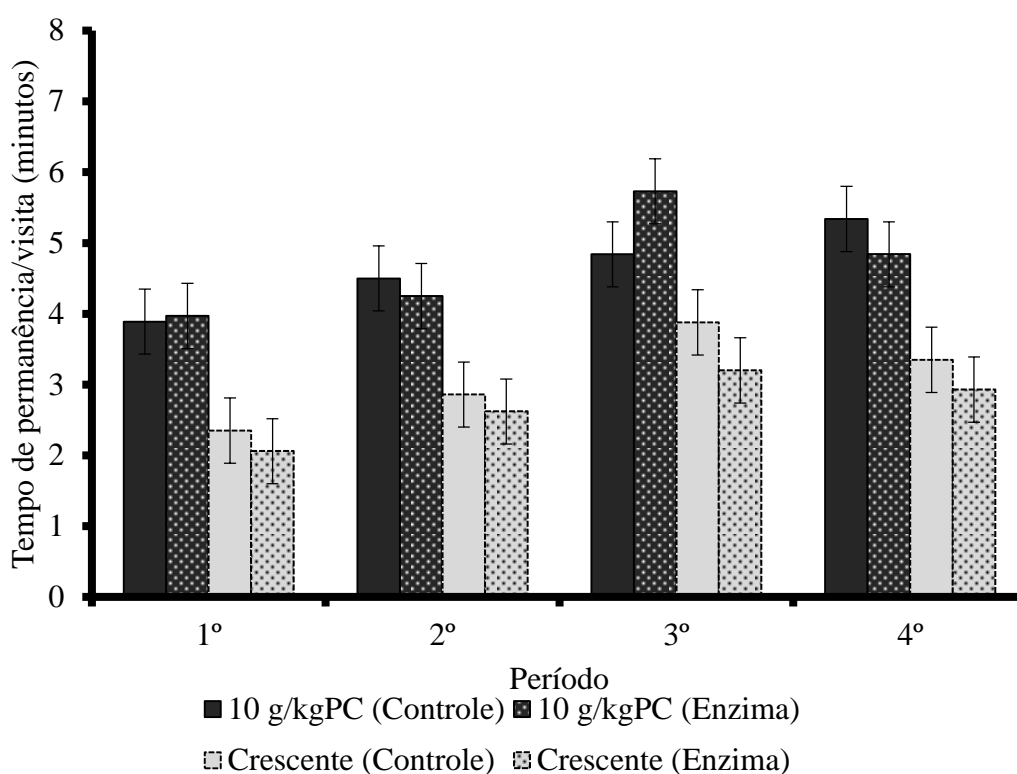
O acesso diário ao cocho apresentou tendência de interação entre estratégias de suplementação e enzima ( $p < 0,07$ ) e interação entre estratégia e período ( $p = 0,01$ ) (Figura 5).



**Figura 5.** Tempo de acesso diário no cocho de bovinos de corte Nelore recebendo níveis constantes ou crescentes de suplementação com adição de enzima fibrolítica na terminação a pasto no período da seca. 10 g/kg do peso corporal/dia durante todo o experimento; Crescente – 4, 8, 12 e 16 g/kg do peso corporal/dia; Enzima – Fibrozyme (15 mg/kg PC/dia). Dados coletados durante todo o período experimental, usando todos os animais experimentais. Efeito da estratégia  $P = 0,01$ ; Efeito da enzima  $P = 0,36$ ; Efeito do período  $P < 0,01$ ; Efeito da interação entre estratégia e enzima  $P = 0,07$ ; Efeito da interação entre estratégia e período  $P = 0,01$ ; Efeito da interação entre enzima e período  $P < 0,57$ ; Efeito da interação entre estratégia, enzima e período  $P < 0,47$ . Erro Padrão da Média = 5,28.

Os animais que receberam estratégia crescente com enzima gastaram menos tempo durante o dia no cocho em comparação com os outros tratamentos (46 vs 64 min),

consumindo assim mais suplemento por minuto (100 vs 70 g). Ao longo dos períodos, animais alimentados com estratégia constante apresentaram acesso diário ao cocho semelhante. No terceiro (61 min) e quarto (59 min) período o acesso ao cocho foi semelhante entre as estratégias. O menor acesso diário ao cocho foi encontrado no primeiro período para os animais recebendo suplementação crescente em relação à suplementação constante (38 vs. 63 min).



**Figura 6.** Tempo de permanência no cocho por visita de bovinos de corte recebendo níveis constantes ou crescentes de suplementação com adição de enzima fibrolítica na terminação a pasto no período da seca. 10 g/kg do peso corporal/dia durante todo o experimento; Crescente – 4, 8, 12 e 16 g/kg do peso corporal/dia; Enzima – Fibrozyme (15 mg/kg PC/dia). Dados coletados durante todo o período experimental, usando todos os animais experimentais. Efeito da estratégia  $P < 0,01$ ; Efeito da enzima  $P = 0,62$ ; Efeito do período  $P < 0,01$ ; Efeito da interação entre estratégia e enzima  $P = 0,52$ ; Efeito da interação entre estratégia e período  $P = 0,88$ ; Efeito da interação entre enzima e período  $P < 0,68$ ; Efeito da interação entre estratégia, enzima e período  $P < 0,24$ . Erro Padrão da Média = 0,46.



Houve diferença entre estratégias de suplementação ( $p < 0,01$ ) e diferença entre períodos ( $p < 0,01$ ) para o tempo de permanência no cocho por visita. O maior valor foi para a suplementação constante (4,67 vs. 2,90 min/visita). O maiores tempos por visita foram no terceiro e quarto período (4,25 min) e o menor tempo no primeiro período (3,07 min) (Figura 6).

### *Digestibilidade dos nutrientes*

Não houve interação entre estratégias de suplementação e presença ou ausência de enzima fibrolítica na digestibilidade dos nutrientes ( $p > 0,31$ ) (Tabela 5).

**Tabela 5.** Digestibilidade da matéria orgânica, digestibilidade da matéria seca, digestibilidade da proteína bruta e digestibilidade da fibra em detergente neutro de bovinos de corte recebendo níveis constantes ou crescentes de suplementação, com adição ou não de enzima fibrolítica na terminação a pasto no período da seca.

g/kg	Constante		Crescente		EPM	P-valor	
	Controle	Enzima	Controle	Enzima		P	S×P
MO	568	540	516	528	2,71	<0,01	<0,01
MS	510	481	455	470	3,23	<0,01	<0,01
PB	572	562	543	530	3,02	<0,01	<0,01
FDN	296	272	303	340	3,84	<0,01	0,19

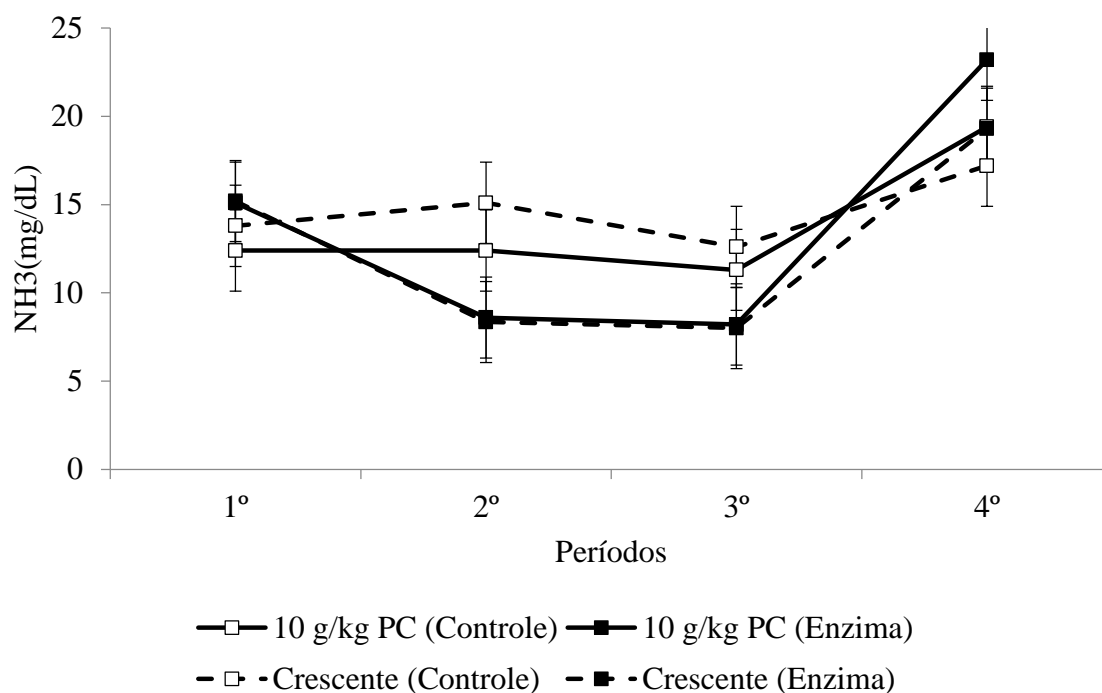
EPM = erro padrão da média; S = suplemento; E = enzima; P = período; MO = matéria orgânica; MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; Suplementação constante = 10 g/kg do peso corporal (PC)/dia; Suplementação crescente = 4, 8, 12 e 16 g/kg PC/dia. Enzima = Fibrozyme (15 g/kg PC/dia). Coleta de dados durante o período de coleta de fezes usando todos os animais experimentais. Efeito da estratégia de suplementação  $P > 0,15$ ; Efeito da enzima  $P > 0,58$ ; Efeito da interação entre estratégia e enzima  $P > 0,31$ ; Efeito da interação entre enzima e período  $P > 0,78$ ; Efeito da interação entre estratégia, enzima e período  $P > 0,14$ .

Houve interação entre estratégia de suplementação e períodos para a digestibilidade da matéria orgânica, matéria seca e proteína bruta, onde a digestibilidade foi influenciada pelo consumo de suplemento, sendo o menor valor sempre da suplementação crescente no primeiro período (MO-34,2%; MS-27,9%; PB-40,6%) e maior para a mesma estratégia no último período (MO-64,5%; MS-59,3%; PB-65,5%). A digestibilidade dos nutrientes não foi afetada pela presença da enzima fibrolítica ( $p > 0,58$ ) (Tabela 5).

#### *Parâmetros ruminais*

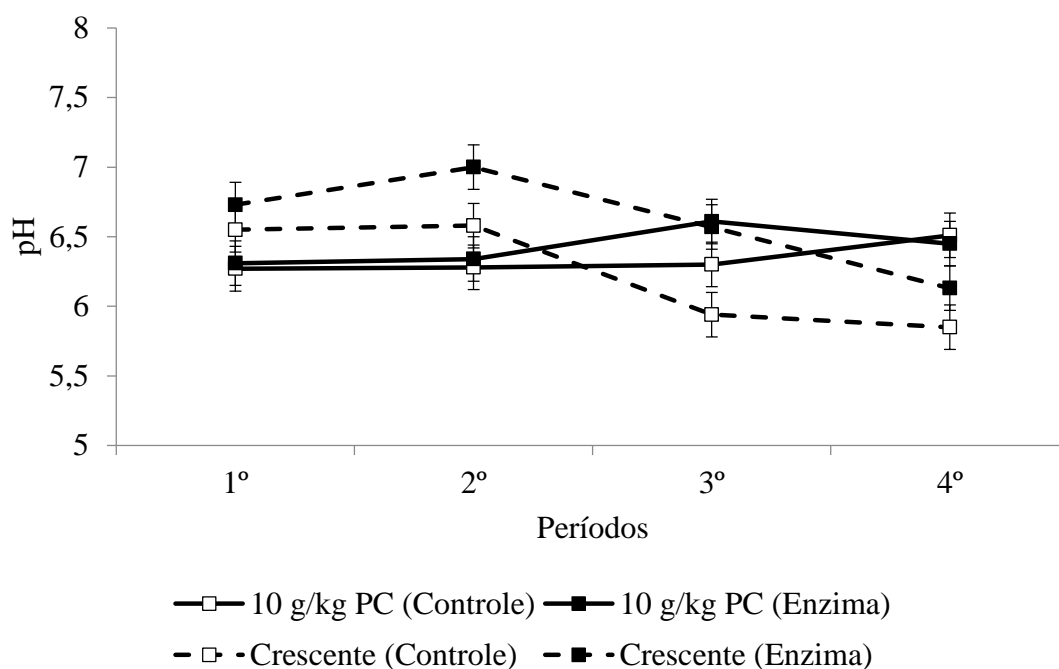
Houve tendência de interação entre presença de enzima e período experimental na concentração ruminal de N-NH<sub>3</sub> ( $p = 0,07$ ) (Figura 7).

A concentração ruminal de N-NH<sub>3</sub> foi menor no segundo período (8,48 vs 12,0 mg/dL) nos animais que receberam enzima em comparação com aqueles que não receberam. No primeiro, terceiro e no quarto período, a concentração ruminal de N-NH<sub>3</sub> foi semelhante entre os animais recebendo ou não enzima (18,2 e 15,7 mg/dL, respectivamente) (Figura 7).



**Figura 7.** N-NH<sub>3</sub> ruminal de bovinos de corte recebendo níveis constantes ou crescentes de suplementação com adição de enzima fibrolítica na terminação a pasto no período da seca. (Ano 1: Abril a Agosto). 10 g/kg do peso corporal/dia durante todo o experimento; Crescente – 4, 8, 12 e 16 g/kg do peso corporal/dia; Enzima – Fibrozyme (15 mg/kg PC/dia). Dados coletados durante o período de coleta de líquido ruminal, usando os animais canulados. Efeito da estratégia  $P = 0,94$ ; Efeito da enzima  $P = 0,60$ ; Efeito do período  $P < 0,01$ ; Efeito da interação entre estratégia e enzima  $P = 0,63$ ; Efeito da interação entre estratégia e Período  $P = 0,63$ ; Efeito da interação entre enzima e período  $P = 0,07$ ; Efeito da interação entre estratégia, enzima e período  $P = 0,90$ . Erro padrão da média = 2,30.

Foram encontradas diferenças no pH ruminal (Figura 8) em todos os períodos experimentais. Sempre que a estratégia crescente foi fornecida em dose inferior a constante (período 1 e 2) os valores de pH foram maiores ( $p < 0,01$ ). Houve efeito da interação entre estratégia de suplementação e enzima ( $p < 0,01$ ), onde o menor valor de pH foi para a estratégia crescente sem enzima (6,23) e o maior para a mesma estratégia com enzima (6,61), diferenciando da estratégia constante que apresentou valores similares, independente da utilização de enzima (6,38).



**Figura 8.** pH ruminal de bovinos de corte recebendo níveis constantes ou crescentes de suplementação com adição de enzima fibrolítica na terminação a pasto no período da seca. (Ano 1: Abril a Agosto). 10 g/kg do peso corporal/dia durante todo o experimento; Crescente – 4, 8, 12 e 16 g/kg do peso corporal/dia; Enzima – Fibrozyme (15 mg/kg PC/dia). Dados coletados durante o período de coleta de líquido ruminal, usando os animais canulados. Efeito da estratégia  $P = 0,19$ ; Efeito da enzima  $P < 0,01$ ; Efeito do período  $P < 0,01$ ; Efeito da interação entre estratégia e enzima  $P < 0,01$ ; Efeito da interação entre estratégia e Período  $P < 0,01$ ; Efeito da interação entre enzima e período  $P = 0,08$ ; Efeito da interação entre estratégia, enzima e período  $P = 0,86$ . Erro padrão da média = 0,16.

Houve interação entre estratégia de suplementação e período ( $p < 0,01$ ) e estratégia de suplementação e enzima ( $p = 0,01$ ) para a porcentagem de acetato no líquido ruminal. O maior valor foi encontrado na suplementação crescente no primeiro e segundo período (67,9%) e menor valor na mesma estratégia no quarto período (61,1%). Somente no quarto período os animais que consumiram enzima apresentaram maior proporção de acetato (67,5 vs. 64,3%) (Tabela 6).

A proporção de propionato aumentou a cada período na estratégia crescente ( $p < 0,01$ ), sendo o maior valor do experimento no último período desta estratégia (24,8%). A estratégia

crescente sem enzima fibrolítica ( $p = 0,01$ ) apresentou maior proporção de propionato (24,2 vs. 20,9%) (Tabela 6).

Com relação a quantidade total de ácido graxos voláteis os maiores valores foram encontrados na estratégia constante no primeiro período (176 mmol) e estratégia crescente no quarto período (174 mmol), diferenciando de todas as outras ( $p < 0,01$ ). O menor valor foi na estratégia crescente no segundo período (125 mmol) (Tabela 6).

A relação acetato:propionato foi menor na estratégia crescente no quarto período (2,52) e constante no primeiro período (2,80) diferenciando de todas as outras ( $p = 0,05$ ). A utilização de enzima fibrolítica, com exceção do segundo período (sem diferença), apresentou maior relação acetato:propionato comparado ao controle ( $p = 0,04$ ).

**Tabela 6.** Perfil de ácidos graxos voláteis de bovinos de corte recebendo níveis constantes ou crescentes de suplementação, com adição ou não de enzima fibrolítica, na terminação a pasto no período da seca.

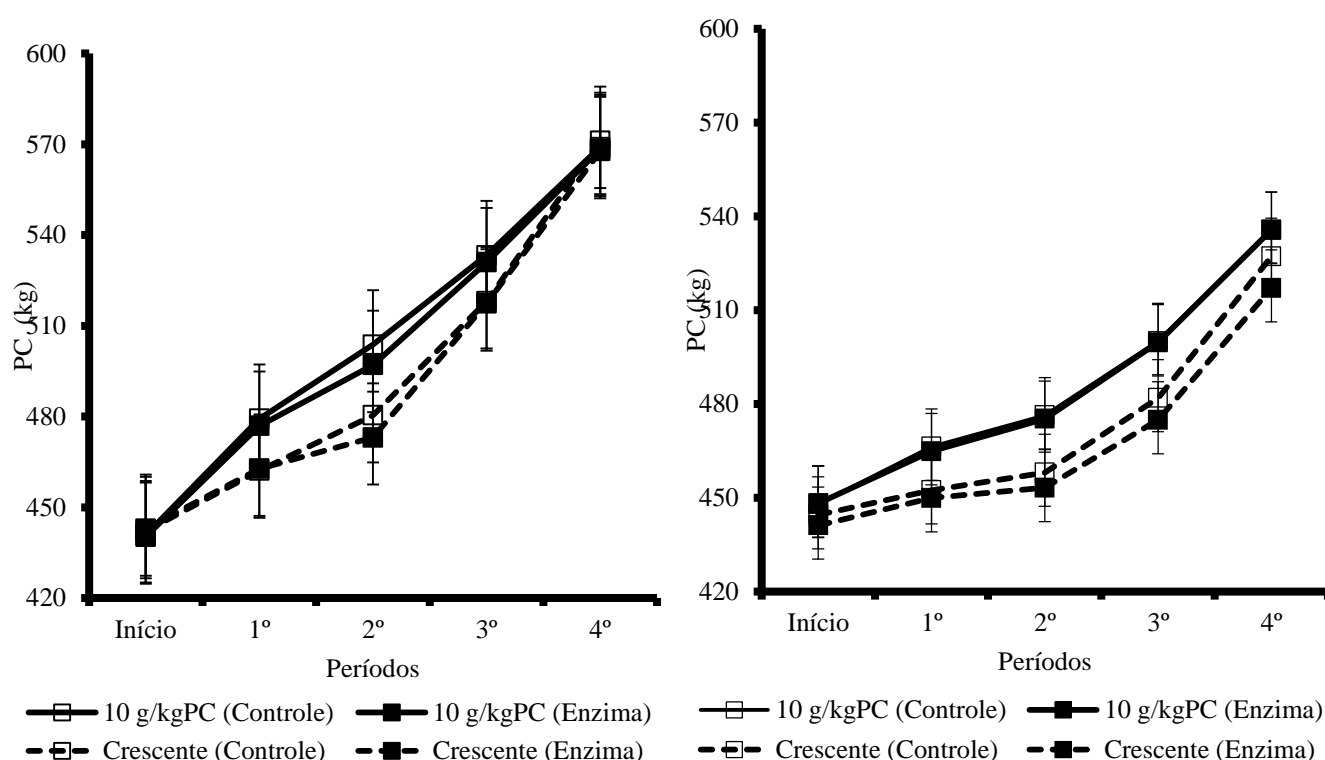
mol per 100 mol	Constante		Crescente		EPM	P valor					
	Controle	Enzima	Controle	Enzima		S	E	P	SxE	SxP	ExP
Acetato	65,4	66,4	63,6	67,3	1,26	0,76	0,13	0,01	0,33	<0,01	0,01
Propionato	21,4	20,7	24,2	20,5	0,55	0,03	<0,01	0,35	0,01	<0,01	0,19
Butirato	10,1	10,2	9,51	9,44	0,54	0,24	0,95	0,15	0,85	0,08	0,55
Valerato	1,35	1,30	1,32	1,35	0,08	0,91	0,96	<0,01	0,65	0,04	0,33
Isovalerato	1,75	1,43	1,45	1,40	0,16	0,31	0,26	0,09	0,40	0,26	0,46
AGV Total (mmol)	158	157	156	141	9,70	0,39	0,42	<0,01	0,46	<0,01	0,01
Acetato : propionato	3,08	3,22	2,68	3,30	0,12	0,25	0,02	0,09	0,11	0,05	0,04

EPM = Erro padrão da média. S – Suplemento; E – Enzima; P – Período. Suplementação constante = 10 g/kg do peso corporal (PC)/dia; Suplementação crescente = 4, 8, 12 e 16 g/kg PC/dia. Enzima = Fibrozyme (15 g/kg PC/dia). Coleta de dados durante o período de coleta de fezes usando todos os animais experimentais. Os dados de parâmetros ruminais foram obtidos pela homogeneização de amostras de líquidos de três diferentes locais do rúmen. Foi utilizada a media de todos os tempos de coleta. A coleta de dados foi em todos os períodos, usando animais canulados. Efeito da interação entre estratégia, enzima e período  $P > 0,13$ .

*A adição de enzimas fibrolíticas e estratégia crescente de suplementação não aumentam o peso corporal final*

No primeiro ano experimental houve interação entre estratégia e período para o PC ( $p < 0,01$ ). No primeiro, segundo e terceiro período, o PC foi maior nos animais recebendo suplementação constante. No último período, os animais recebendo suplementação crescente e constante apresentaram PC semelhante (Figura 9). No segundo ano também houve interação entre estratégia e período para PC ( $p < 0,01$ ). Durante todo o experimento, o PC dos animais recebendo suplementação constante foi maior em comparação aos animais recebendo suplementação crescente (Figura 9). No ano 1 e 2, não houve efeito da presença ou ausência de enzima no PC dos animais ( $p > 0,10$ ).

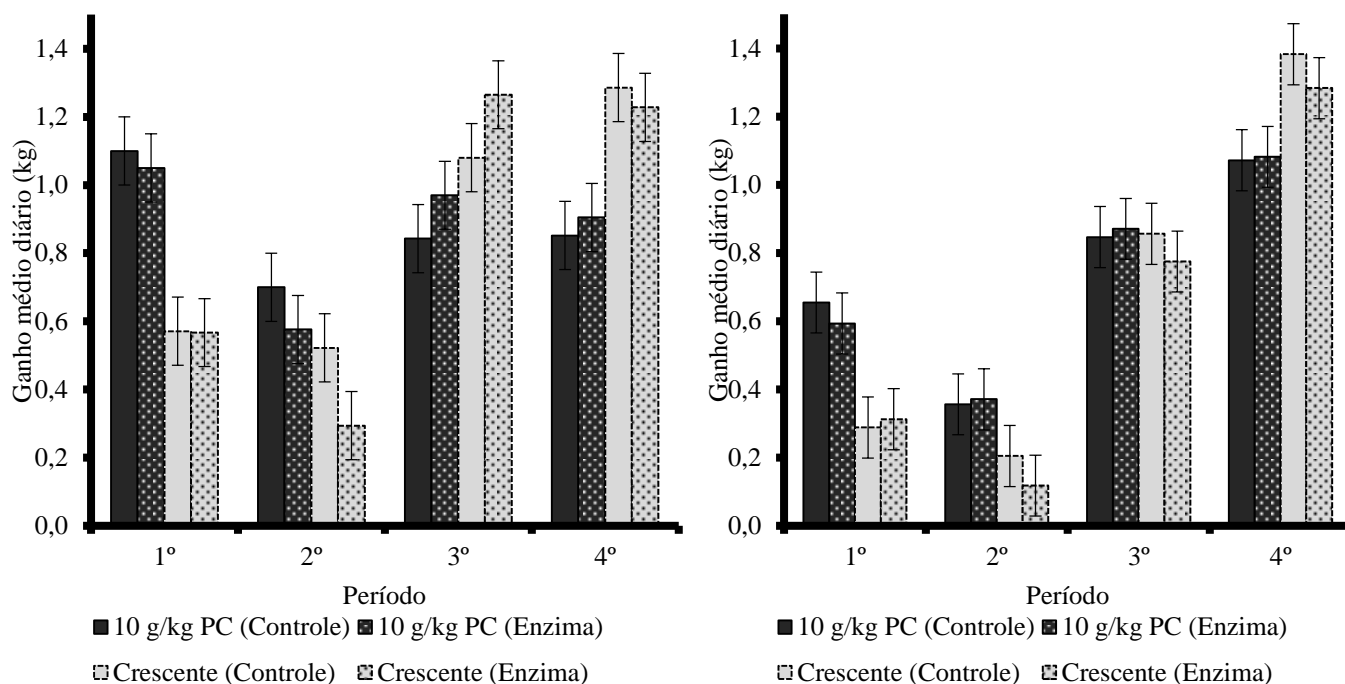
No primeiro ano experimental houve interação entre estratégias e período para GMD ( $p < 0,01$ ). No primeiro e segundo período os animais recebendo suplementação constante apresentaram maior GMD, enquanto no terceiro e quarto período, os animais recebendo estratégia crescente apresentaram maior GMD. Houve tendência de interação entre enzima e período para GMD ( $p < 0,09$ ). No segundo período, os animais que receberam enzima apresentaram menor GMD do que o grupo controle (0,435 vs 0,611 kg/dia) (Figura 10).



**Figura 9.** Peso corporal de bovinos Nelore recebendo níveis constantes ou crescentes de suplementação com adição de enzimas fibrolíticas na fase de terminação. 10 g/kg do peso corporal/dia durante todo o experimento; Crescente – 4, 8, 12 e 16 g/kg do peso corporal/dia; Enzima – Fibrozyme (15 mg/kg PC/dia). Ano 1 (Gráfico da esquerda); Efeito da estratégia  $P = 0,10$ ; Efeito da enzima  $P = 0,70$ ; Efeito do período  $P < 0,01$ ; Efeito da interação entre estratégia e enzima  $P = 0,96$ ; Efeito da interação entre estratégia e período  $P < 0,01$ ; Efeito da interação entre enzima e período  $P = 0,20$ ; Efeito da interação entre estratégia, enzima e período  $P = 0,94$ ; Erro Padrão da Média = 16,3. Ano 2 (Gráfico da direita); Efeito da estratégia  $P < 0,01$ ; Efeito da enzima  $P = 0,51$ ; Efeito do período  $P < 0,01$ ; Efeito da interação entre estratégia e enzima  $P = 0,60$ ; Efeito da interação entre estratégia e período  $P < 0,01$ ; Efeito da interação entre enzima e período  $P = 0,97$ ; Efeito da interação entre estratégia, enzima e período  $P = 0,90$ ; Erro Padrão da Média = 11,3.

No segundo ano, também houve interação para GMD entre estratégias de suplementação e período ( $p < 0,01$ ). No primeiro e segundo período, os animais recebendo suplementação constante apresentaram maior GMD; no terceiro período, não houve diferença significativa entre as estratégias, enquanto no quarto período os animais recebendo suplementação crescente apresentaram maior GMD (Figura 10). No ano 2 não houve efeito da presença ou ausência de enzima no GMD dos animais ( $p > 0,10$ ).





**Figura 10.** Ganho médio diário de bovinos Nelore recebendo níveis constantes ou crescentes de suplementação com ou sem enzima fibrolítica na fase de terminação a pasto. 10 g/kg do peso corporal/dia durante todo o experimento; Crescente – 4, 8, 12 e 16 g/kg do peso corporal/dia; Enzima – Fibrozyme (15 mg/kg PC/dia). Ano 1 (Gráfico da esquerda); Efeito da estratégia  $P = 0,68$ ; Efeito da enzima  $P = 0,82$ ; Efeito do período  $P < 0,01$ ; Efeito da interação entre estratégia e enzima  $P = 0,81$ ; Efeito da interação entre estratégia e período  $P = < 0,01$ ; Efeito da interação entre enzima e período  $P = 0,09$ ; Efeito da interação entre estratégia, enzima e período  $P = 0,85$ ; Erro Padrão da Média = 0,06. Ano 2 (Gráfico da direita); Efeito da estratégia  $P < 0,11$ ; Efeito da enzima  $P = 0,50$ ; Efeito do período  $P < 0,01$ ; Efeito da interação entre estratégia e enzima  $P = 0,54$ ; Efeito da interação entre estratégia e período  $P < 0,01$ ; Efeito da interação entre enzima e período  $P = 0,99$ ; Efeito da interação entre estratégia, enzima e período  $P = 0,83$ ; Erro Padrão da Média = 0,70.

#### *A enzima fibrolítica melhorou o peso e rendimento de carcaça*

Os animais que consumiram enzima fibrolítica tiveram maior peso de carcaça quente (PCQ) ( $p = 0,03$ ), peso corporal ajustado (PCa) ( $p = 0,03$ ), rendimento de carcaça (RC) ( $p < 0,01$ ) e GMDcarcaça ( $p = 0,02$ ) quando comparados aos que não receberam. Não foi verificada diferença significativa no GMD total (Tabela 7). No primeiro ano experimental, os

animais apresentaram maior peso corporal final (PCf) ( $p = 0,03$ ), PCa ( $p = 0,04$ ), PCQf ( $p < 0,01$ ), RC ( $p = 0,02$ ), GMD ( $p < 0,01$ ) e GMDcar ( $p = 0,01$ ) quando comparados ao segundo ano. No primeiro ano experimental, onde foi avaliado consumo total, não houve diferença significativa para conversão alimentar em ganho de peso corporal e também para ganho de carcaça. Também não houve diferença significativa para os componentes não carcaça (CNC).

**Tabela 7.** Desempenho e dados de carcaça de dois anos de bovinos de corte da raça Nelore recebendo níveis constantes ou crescentes de suplementação com ou sem enzima fibrolítica na fase de terminação a pasto no período da seca.

Item	Constante		Crescente		EPM	P-valor						
	Controle	Enzima	Controle	Enzima		S	E	A	S×E	S×A	E×A	S×E×A
Peso corporal inicial (kg)	444	444	443	442	9,17	0,55	0,74	0,83	0,78	0,15	0,69	0,58
Peso corporal final (kg)	552	551	551	543	9,92	0,35	0,40	0,03	0,44	0,28	0,65	0,62
Peso corporal ajustado (kg)	548	559	536	553	10,8	0,18	0,03	0,04	0,58	0,22	0,86	0,95
Peso de carcaça inicial (kg)	232	232	231	231	5,56	0,63	0,76	0,92	0,81	0,15	0,70	0,58
Peso de carcaça final (kg)	312	318	305	315	6,10	0,18	0,03	<0,01	0,58	0,22	0,88	0,96
Rendimento de carcaça (%)	56,5	57,6	55,5	58,2	0,60	0,71	<0,01	0,02	0,20	0,95	0,47	0,58
Ganho médio diário (kg)	0,812	0,810	0,800	0,751	0,04	0,32	0,49	<0,01	0,54	0,45	0,78	0,81
Ganho de carcaça (kg/dia)	0,599	0,646	0,545	0,639	0,03	0,29	0,02	0,01	0,42	0,51	0,50	0,67
Conversão alimentar (kgMS/kg ganho)	10,5	10,3	11,3	11,1	0,87	0,35	0,81	-	0,98	-	-	-
Conversão alimentar (kgMS/kg de carcaça)	14,5	13,3	15,7	13,9	1,03	0,34	0,13	-	0,78	-	-	-
Componentes não carcaça (g/kg PC)	79,2	79,3	83,1	77,0	3,12	0,81	0,34	-	0,33	-	-	-

EPM – Erro Padrão da média; S – Suplemento; E – Enzima; A – Ano; Peso corporal ajustado – Peso ajustado para o mesmo rendimento de carcaça médio; Suplementação constante = 10 g/kg do peso corporal (PC)/dia; Suplementação crescente = 4, 8, 12 e 16 g/kg PC/dia. Enzima = Fibrozyme (15 g/kg PC/dia). Componentes não carcaça – avaliados apenas no primeiro ano experimental (Fígado, coração, gordura renal pélvica e inguinal, coração, baço, rim, rúmen, intestino delgado e grosso).

#### 4. Discussão

##### *Avaliação de consumo de suplemento, forragem e total*

A massa de forragem e massa de folha verde no primeiro (7145 e 660 kgMS/ha) e segundo (7183 e 760 kgMS/ha) período era maior devido ao início do experimento coincidir com maior concentração de chuvas, mudando este cenário a partir do terceiro período (5498 e 122 kgMS/ha), onde a oferta de forragem e principalmente de folhas verdes foi reduzida, com isso, houve redução no consumo de forragem em ambas as estratégias, porém, os animais da estratégia crescente passaram a consumir maior quantidade de suplemento, aumentando assim o consumo de matéria seca total, mesmo havendo menor oferta de forragem.

Esta afirmação pode ser verificada quando se avalia a relação volumoso:concentrado da estratégia de suplementação constante no último período, sendo menor que nos outros períodos, devido a menor oferta de pasto. Na estratégia crescente a relação diminui ainda mais, pois além da menor oferta de forragem e folhas verdes há aumento na quantidade de suplemento nos períodos, havendo efeito substitutivo.

Esta variação do consumo de forragem entre períodos na mesma quantidade de suplementação (constante) é determinada principalmente por fatores não-nutricionais, sendo afetada principalmente pela habilidade do animal em colher a forragem, isso é influenciado pela estrutura do dossel forrageiro (massa de forragem, altura do pasto, oferta de forragem, oferta de folhas verdes) e comportamento ingestivo (Poppi et al., 1997).

Quando o consumo do animal é limitado pela baixa oferta e/ou qualidade da forragem, a suplementação pode substituir o pasto, corrigindo assim as deficiências dos nutrientes limitantes para os animais. Com isso, há maior taxa de passagem e maior consumo total (Reis et al. 2011), sendo comprovado pelo maior consumo e digestibilidade de nutrientes,

principalmente carboidratos totais e extrato etéreo conforme há aumento da inclusão de suplementos na estratégia crescente.

#### *Variáveis de fermentação ruminal*

As diferenças nos resultados de digestibilidade estão ligadas com a quantidade de suplementação fornecida. Quanto maior a quantidade de suplemento em relação a dieta total, maior foi a digestibilidade da dieta, ou seja, nutrientes de melhor qualidade, melhoram a DMO, DMS e DPB, além de aumentar o consumo total como já citado, com isso há maior GMD nas maiores suplementações.

Apesar de não haver diferença no consumo de PB total, no segundo período há menor consumo de suplemento pelos animais que receberam enzima fibrolítica, isto pode ter impactado na tendência de menor quantidade de N-NH<sub>3</sub> do rúmen no segundo período para os animais consumindo enzima fibrolítica. Normalmente, grande quantidade do nitrogênio consumido pelos animais é convertido em amônia pelas bactérias e a maioria das bactérias ruminais utilizam esta amônia para síntese de compostos nitrogenados (Kosloski, 2016).

Para pH ruminal, houve uma grande relação com consumo de suplemento, onde maiores fornecimentos apresentaram menores valores de pH, corroborando com os resultados encontrados por Chapaval et al. (2008), onde os mesmos verificaram efeito linear na queda de pH com uma menor relação volumoso:concentrado da dieta. Além disso, é interessante ressaltar que a enzima fibrolítica auxiliou no controle e manutenção do pH na estratégia de suplementação crescente.

Com relação aos AGV's, Dawson; Tricarico (1999) encontraram alterações na fermentação ruminal, onde a adição de enzima fibrolítica melhorou a utilização dos carboidratos e produção de AGV, aumentando a relação acetato: propionato, devido ao

estímulo das bactérias fibrolíticas pelo aumento de suas ligações com a fibra, Martins et al. (2007) encontraram aumento na colonização bacteriana sobre a parede celular das plantas com utilização de enzima fibrolítica. Segundo Alvarez et al. (2009) esta maior população de bactérias fibrolíticas geram menor proporção de propionato e aumento da relação acetato:propionato, ocasionando maior pH ruminal em animais consumindo enzima fibrolítica.

*A adição de enzimas fibrolíticas e estratégia crescente de suplementação não aumentam o peso corporal final*

Maiores suplementações, principalmente no período da seca, onde o pasto apresenta menor quantidade e valor nutritivo, promovem maiores ganhos de peso (Silva et al., 2009). Segundo Baroni et al. (2010), a utilização de suplementos melhora o consumo, digestibilidade e valor nutritivo da dieta no período da seca, havendo efeito linear crescente nestes parâmetros, conforme aumento da suplementação. Isto pode ser visto no experimento, onde no primeiro ano, o peso dos animais na suplementação constante foi superior no 1º, 2º e 3º período, sendo que no 3º esta diferença diminui, pois o GMD passa a ser maior para a estratégia crescente (12 g/kg de PC), devido ao maior consumo de carboidratos totais e extrato etéreo, apesar do consumo de matéria seca ser similar. No último período, não houve diferença significativa, mostrando que a diferença foi retirada devido ao maior GMD da estratégia crescente, pois o consumo de matéria seca foi superior, além da digestibilidade dos nutrientes (com exceção da FDN) também ter sido maior.

No segundo ano, houve menor oferta de forragem e de folhas secas e verdes, com os animais apresentando pesos corporais mais moderados, sendo que neste, até o final o peso corporal da estratégia de suplementação constante foi superior, isto pode ser explicado devido

ao fornecimento de feno de tifton a partir do terceiro período, no qual houve forte escassez de forragem (falta de chuva) e foi necessária esta prática para terminar os animais, não havendo diferença do GMD entre as estratégias no terceiro período, justamente quando a suplementação crescente passou a ser maior que a constante.

#### *A enzima fibrolítica melhorou características de carcaça*

Apesar de não apresentar diferença em peso corporal e ganho médio diário, a utilização de enzima fibrolítica melhorou características da carcaça dos animais, nos dois anos de estudo, apresentando 8 kg a mais de peso de carcaça final, com 1,9% a mais de RC e 0,071 kg a mais de GMD de carcaça, sendo bem consistente nos dois anos, além de apresentar maior PCa (peso ajustado para o mesmo rendimento de carcaça). É sabido que fibra de baixa qualidade limita o consumo de energia pelos ruminantes, aumentando também a excreção de nutrientes pelas fezes. Portanto, utilizar aditivos que melhorem o aproveitamento da forragem causa efeito positivo no ganho (Beauchemin et al., 2003).

O maior rendimento de carcaça encontrado pode ser relacionado a menor quantidade de conteúdo ruminal em animais que consumiram enzima fibrolítica, pois com maior quantidade e colonização de bactérias fibrolíticas sobre a parede celular das plantas (Martins et al., 2007; Alvarez et al., 2009) há maior degradação da fibra, podendo aumentar a taxa de passagem e reduzir o conteúdo ruminal. Explicando assim os animais que consumiram enzima fibrolítica possuem peso final similar ao controle, porém maior peso de carcaça final.

Cranston et al. (2005) avaliaram o efeito do nível de volumoso e suplementação de enzima fibrolítica (Fibrozyme) no desempenho e características de carcaça na terminação de novilhos, encontrando resultados semelhantes ao do experimento. Não foi verificado diferença na ingestão de matéria seca e peso corporal inicial e final, porém, quando feito o

peso corporal ajustado para o mesmo rendimento de carcaça os animais recebendo enzima fibrolítica foram 10,6 kg mais pesados. O peso de carcaça quente dos animais que receberam enzima fibrolítica consumindo menor quantidade de feno de alfafa foi 6,30 kg superior ao controle.

Vargas et al. (2013) estudaram o impacto de diferentes níveis de enzima fibrolítica (0, 2, 4 e 6 ppm) na terminação de bovinos e observaram que não houve diferença no ganho de peso, conversão alimentar e características de carne, porém, a utilização de enzima teve efeito linear significativo no aumento do rendimento de carcaça quente, corroborando com o atual estudo. Neumann et al. (2018) ao avaliar animais em terminação recebendo apenas 85% de grãos de milho inteiros e 15% de núcleo proteico-vitamínico-mineral, verificaram que os mesmos aumentaram 1,65% do rendimento de carcaça quando receberam enzima fibrolítica na dieta.

## **5. Conclusão**

Fornecer a mesma quantidade de suplemento em duas diferentes estratégias (constante x crescente) durante a fase de terminação a pasto não altera o desempenho animal. A inclusão da enzima na suplementação aumenta o ganho de carcaça, rendimento de carcaça e peso corporal ajustado. São necessários mais estudos para avaliar conteúdo ruminal, taxa de passagem, população microbiana e avaliar o efeito da enzima no crescimento muscular.



## 6. Referências

- Adesogan, A.T, 2005. Improving forage quality and animal performance with fibrolytic enzymes. In.: Florida Ruminant Nutrition Symposium. Proceedings... S.L.: p. 91-109.
- Alvarez, G., Pinos-Rodríguez, J. M., Herrera, J. G., García, J. C., Gonzalez, S. S., Barcena, R, 2009. Effects of exogenous fibrolytic enzymes on ruminal digestibility in steers fed high fiber rations. *Livestock Science*, 121(2-3), p. 150-154.
- AOAC, 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington.
- Baroni, C.E.S., Lana, R.P., Mancio, A.B., Mendonça, B.P.C., Leão, M.I., Sverzut, C.B., 2010. Consumo e digestibilidade de nutrientes em novilhos suplementados e terminados em pasto, na seca. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 62, n.2, p. 365-372.
- Beauchemin, K. A., Jones, S.D.M., Rode, L.M., Sewalt, V.J.H., 1997. Effects of fibrolytic enzymes in corn or barley diets on performance and carcass characteristics of feedlot cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 77(4), p. 645-653.
- Bhat, M.K.; Hazlewood, G.P., 2001 Enzymology and other characteristics of cellulases and xylanases. In: Bedford, M.R., Partridge, G.G. (Eds.). *Enzymes in farm nutrition*. Oxon: Cab International. p. 11-60.
- Casagrande, D.R., Ruggieri, A.C., Moretti, M.H., Berchielli, T.T., Vieira, B.R., Roth, A.P.T.P., Reis, R.A., 2011. Sward canopy structure and performance of beef heifers under supplementation in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pastures maintained with three grazing intensities in a continuous stocking system. *Revista Brasileira de Zootecnia* 40, p. 2074–2082.

- Casali, A. O., Detmann, E., Valadares Filho, S. C., Pereira, J. C., Henriques, L. T., Freitas, S. G., Paulino, M. F., 2008. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimento in situ. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 37, p. 335-342.
- Chapaval, L., Melotti, L., Rossi Júnior, P., Olivindo, C. S., Rego, J.P.A., 2008. Relação volumoso concentrado sobre as concentrações ruminais de amônia, pH e ácidos graxos voláteis em vacas leiteiras mestiças. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 9, n.1, p. 18-28.
- Chizzotti, M. L., Machado, F. S., Valente, E. E. L., Pereira, L. G. R., Campos, M. M., Tomich, T. R., Ribas, M. N., 2015. Validation of a system for monitoring individual feeding behavior and individual feed intake in dairy cattle. *Journal of dairy science*, 98(5), p. 3438-3442.
- Cranston, J. J., Krehbiel, C. R., McBeth, L. J., & Ball, R. A., 2005. Effects of roughage level and Fibrozyme TM supplementation on performance and carcass characteristics of finishing beef steers. In *Plains Nutrition. Council Spring Conference. Publication. Texas A&M Research and Extension Center, Amarillo.*
- Dawson, K., Tricarico, J. M., 1999. The use of exogenous fibrolytic enzymes to enhance microbial activities in the rumen and the performance of ruminant animals. *Proc. 15th Annu. Symp. Biotechnology in the Feed*. 303-312. Industry., Loughborough, Leics, UK.
- De Vries, M. F. W., 1995. Estimating forage intake and quality in grazing cattle: a reconsideration of the hand-plucking method. *Journal of Range Management*. 48 p. 370-375.
- Erwin, E. S., Marco, G. J., Emery, E. M., 1961. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. *Journal of Dairy Science*. 44, p. 1768-1771.

- Facchini, F.D.A.; Reis, V.R.A.; Roth, A. P.; Magalhães, K.A.; Peixoto-Nogueira, S.C.; Casagrande, D.R.; Reis, R.A.; Polizeli, M.L., 2012. Effects of *Aspergillus* spp. Exogenous fibrolytic enzymes on in vitro fermentation of tropical forages. *Journal of the science of food and agriculture*, v.92, p. 2569-2573.
- Ferraz, J.B.S., Felício, P.E., 2010. Production systems – an example from Brazil. *Meat Science*. 84, 238–243.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/23005-trimestrais-da-pecuaria-primeiros-resultados-abate-de-bovinos-cresce-3-6-frente-ao-3-trimestre-de-2017-e-7-2-em-relacao-ao-2-trimestre-de-2018>> Acesso em 25 de novembro de 2018.
- Kosloski, G.V., 2016. *Bioquímica dos ruminantes*. 3ed – Santa Maria:Ed. da UFSM. P.82.
- Licitra, G., Hernandez, T.M., Van Soest, P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*. 57, 347-358.
- Martins, A. D. S., Vieira, P. D. F., Berchielli, T. T., Prado, I. N. D., Lempp, B., & Paula, M. C. D., 2007. Degradabilidade in situ e observações microscópicas de volumosos em bovinos suplementados com enzimas fibrolíticas exógenas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, p. 1927-1936.
- Mcallister, T.A., Hristov, A.N., Beauchemin, K.A., Rode, L.M., Cheng, K.J. Enzymes in ruminant diets. In: Bedford, M.R., Partridge, G.G., 2001. *Enzymes in farm nutrition*. Oxon: Cab International. P. 273-298.
- Morais, J. A. S., Berchielli, T. T., Reis, R. A., 2011. Aditivos. In: Berchielli, T.T.; Pires, A.V., Oliveira, S.G. *Nutrição de Ruminantes*. 2edição. Jaboticabal :Funep, p.540.

- Neumann, M., Leão, G.F.M., Vigne, G.L.D., Santos, L.C., Venancio, B.J., Dochwat., 2018. Xylanase – complex efficacy in high-energy diets for bulls finished in feedlot. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, v. 40.
- Nogueira, S. C. P., Bertpágua, L., Leandro, G. S., Reis, R.A., Jorge, J.A., Polizeli, M.L.T.M., 2013. Estabilidade xilanásica no rúmen e digestibilidade in vitro de volumosos tratados com extrato enzimático de *Aspergillus niger*. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*. 7 n.1, p. 46-60.
- Owens, F. N., Dubeski, P., Hanson, C. F., 1993. Factors that alter the growth and development of ruminants. *J. Anim. Sci.*, 71, p. 3138-3150.
- Poppi, D. P., McLennan, S. R., Bediye, S., De Vega, A., Zorrilla-Rios, J. 1997. Forage quality: Strategies for increasing nutritive value of forages. In. *International grassland congress, 18., 1997, Winnipeg and Saskatoon. Proceedings... Winnipeg and Saskatoon: Canadian Forage Council, Canadian Society of Agronomy, Canadian Society of Animal Science*. p. 307-322.
- Reis, R. A., Oliveira, A. A., Siqueira, G. R., Gatto, E., 2011. Semi-confinamento para produção intensiva de bovinos de corte. I Simpósio Matogrossense de bovinocultura de corte.
- Roth, M. T. P., Resende, F. D., Oliveira, I. M., Fernandes, R. M., Custódio, L., Siqueira, G. R., 2017. Does supplementation during previous phase influence performance during the growing and finishing phase in Nelore cattle? *Livestock Science* 204, p. 122-128.
- Sampaio, R. L., Resende, F. D., Reis, R. A., Oliveira, I. M., Custódio, L., Fernandes, R. M., Pazdiora, R. D., Siqueira, G. R., 2017. The nutritional interrelationship between the growing and finishing phases in crossbred cattle raised in a tropical system. *Tropical Animal Health and Production*. 49(5), p. 1015-1024.

- SAS Institute., 2008. SAS/STAT 9.2 User's Guide. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.
- Silva, F. F., Sá, J. F., Schio, A. R.; Ítavo, L. C. V., Silva, R. R., Mateus, R. G., 2009. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, p. 371-389.
- Smith, A.M., Reid, J.T., 1995. Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of a pasture herbage by grazing cows. *Journal of Dairy Science*, 38(5), p. 515-524.
- Sollenberger, L.E., Cherney, D.J.R., 1995. Evaluating forage production and quality. In: Barnes, R.F.; Miller, D.A.; Nelson, C.J. (Eds.) *Forages: the science of grassland agriculture*. Ames: University Press. 2, p. 97-110.
- Valadares Filho, S. C., Paulino, P. V. R., Magalhães, K. A., 2006. *Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte*. Viçosa, MG: Suprema, 142 p.
- Valente, T. N. P., Detmann, E., Queiroz, A. C., Valadares Filho, S.C., Gomes, D.I., Figueiras, J.F., 2011. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, 40, n.11, p. 2565-2573.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, n.10, p. 3583-3597.
- Vargas, J.M., Mendoza, G.D., De la Salud Rubio-Lozano, M., Castrejón, F.A., 2013. Effect of Exogenous fibrolytic enzymes on the carcass characteristics and performance of grain-finished steers. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 13, p. 435-439.
- Weatherburn, N. W.1967. Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. *Analytical Chemistry*. 39, p. 971-974.

## CAPÍTULO 3

O artigo a seguir está redigido conforme normas de publicação do Meat Science, exceto o posicionamento das tabelas e figuras.

### CAPÍTULO 3 – Adição de enzima fibrolítica e estratégia de suplementação constante ou crescente na produção de carne de bovinos terminados a pasto na seca

RESUMO – Objetivou-se avaliar mudanças na carcaça e qualidade de carne de bovinos Nelore, recebendo estratégia constante ou crescente de suplementação a pasto com ou sem adição de enzima fibrolítica no período da seca. Foram utilizados 28 bovinos machos (não castrados) da raça Nelore com peso corporal (PC) inicial de  $441 \pm 9,2$  kg e idade média de 24 meses, na fase de terminação. A enzima utilizada foi a FIBROZYME - Alltech® (15 mg/kg de PC/dia). Os tratamentos foram desenhados em blocos casualizados em fatorial 2x2 de duas estratégias de suplementação e presença ou ausência de enzima fibrolítica. O suplemento constante foi fornecido na quantidade de 10 g/kg PC e o crescente 4, 8, 12 e 16 g/kg de PC a cada 35 dias, completando 140 dias totais. Não houve diferenças nos dados de composição de carcaça e carne que influenciassem significativamente a qualidade tanto para inclusão de enzima fibrolítica, quanto para diferentes estratégias de suplementação.

Palavras-chave: carcaça, nutrição, qualidade de carne, semi-confinamento, xilanase.

## INTRODUÇÃO

No Brasil predomina o sistema produtivo a pasto. A maioria dos animais neste sistema são abatidos com idade elevada (acima de 36 meses) e recebendo baixa quantidade de alimento concentrado, apresentando peso médio de carcaça de 254 kg (valor referente ao terceiro trimestre de 2018) (IBGE, 2018; Ferraz; Felício, 2010). Isto tem correlação com a menor qualidade da carne produzida, além de diminuir o giro e a margem de lucro da propriedade.

A qualidade de carne dos bovinos está ligada a fatores extrínsecos e intrínsecos, onde o primeiro é influenciado pela velocidade de crescimento do animal por meio da nutrição e manejo, e os fatores intrínsecos são relacionados ao animal, como raça, idade e gênero (Bridi et al., 2011).

Portanto, para que o animal atinja o grau de acabamento com idade adequada (próximo de 24 meses) é necessário planejamento nutricional para tal, levando em consideração a exigência para determinado ganho (Roth et al., 2017; Sampaio et al., 2017). Ainda mais quando a terminação for feita a pasto no período de seca, onde a gramínea terá menor qualidade e baixa produção, coincidindo com a fase de maior demanda energética do animal para ser terminado.

Outra vantagem é que com o uso de suplementação, é possível utilizar aditivos para manipular o ambiente ruminal e incrementar os ganhos (Morais et al., 2011). Um exemplo de aditivo é a enzima fibrolítica que auxilia na degradação da fibra. A utilização correta de enzimas pode aumentar a ingestão de alimento pelos animais, pois aumenta a liberação dos açúcares, devido a maior hidrólise da fibra (Adesogan, 2005), podendo assim, gerar melhores ganhos, maior peso de carcaça e melhorar a qualidade da carne.

Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar mudanças na carcaça, composição corporal e qualidade de carne de bovinos em terminação a pasto no período da seca recebendo estratégia constante ou crescente de suplementação com ou sem adição de enzima fibrolítica. No qual a utilização da enzima pode alterar o metabolismo ruminal, sendo que diferentes estratégias nutricionais podem influenciar nesta alteração, como maior aporte de energia no final da terminação.



## MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos foram seguidos de acordo com o princípio ético estabelecido pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP – Campus de Jaboticabal – SP (processo nº 24012.2012.67).

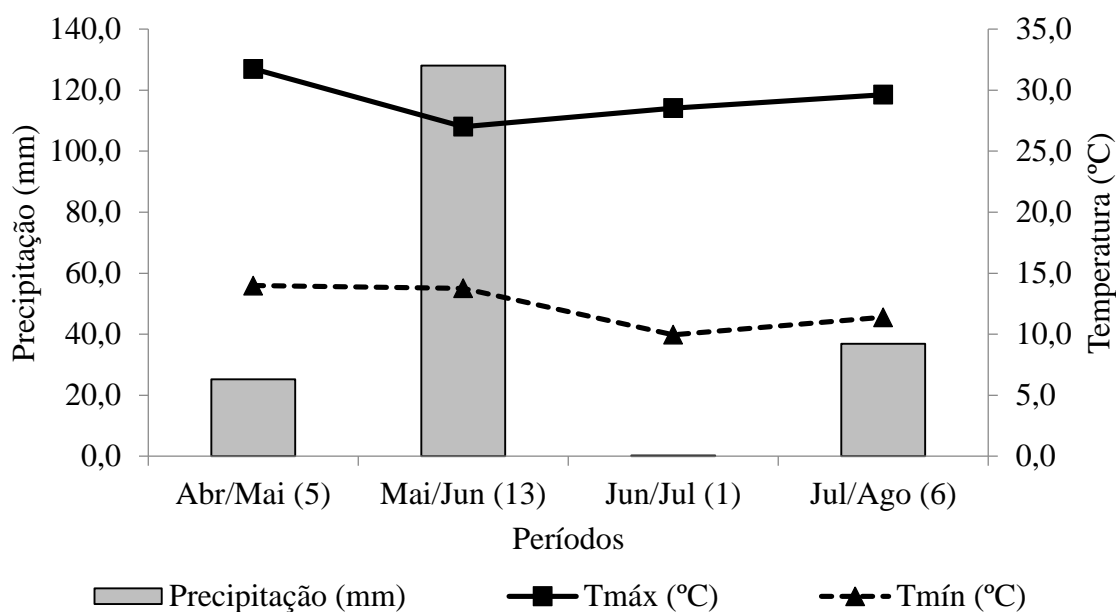
### *Área, período experimental, animais*

O experimento foi conduzido na unidade de pesquisa do Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana (PRDTA – Alta Mogiana), órgão da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. O PRDTA – Alta Mogiana está localizado no município de Colina, Estado de São Paulo (latitude de 20° 43' 05" S; longitude 48° 32' 38" W). O clima da região é do tipo AW (segundo classificação de Köppen), onde a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e do mês mais frio inferior a 18°C (Figura 1).

O experimento foi conduzido em áreas que possuíam 4 cochos automáticos Intergado® (Chizzotti et al. 2015) por piquete, permitindo a entrada para consumo de apenas 1 animal/cocho, além de identificar o tempo de permanência no cocho e número de visitas diárias. O experimento foi conduzido em uma área de 7 ha, dividido em 7 piquetes de 1 ha cada. A área era constituída de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), formado, no período chuvoso do início de 2015. O período experimental foi de 05 de abril de 2016 até 30 de agosto de 2016.

Foram utilizados 28 bovinos Nelore, não castrados, com 30 meses de idade e peso inicial médio de 441±9,2 kg. Foram utilizados 4 animais por piquete, sendo que haviam todos

os tratamentos em todos os piquetes, sendo possível devido ao cocho de consumo individual, no qual cada animal tinha acesso a apenas o seu tratamento.



Números em parênteses representam os dias com presença de chuva

Fonte: Estação meteorológica da APTA-Colina, SP, Brasil.

**Figura 1.** Precipitação pluviométrica, temperatura máxima e mínima no período experimental de avaliação da terminação de bovinos de corte Nelore em pastagem no período da seca.

### *Tratamentos*

Os tratamentos foram em blocos casualizados em fatorial 2 x 2 de duas estratégias de suplementação (estratégia constante ou crescente) e presença ou ausência de enzima fibrolítica. A estratégia de suplementação constante foi fornecida na quantidade de 10 g/kg PC/dia e o crescente na quantidade de 4, 8, 12 e 16 g/kg de PC aumentando a cada período, com a média total de 10 g/kg de PC (Tabela 1). O intuito foi fornecer a mesma quantidade de suplemento (10 g/kg de PC) em ambas as estratégias, porém, de forma diferente.

O experimento foi dividido em quatro períodos de 35 dias cada. A enzima utilizada foi a Xilanase (FIBROZYME - Alltech®), fornecida na quantidade de 15 mg/kg de PC. As enzimas fibrolíticas utilizadas foram extraídas dos fungos *Aspergillus niger* e *Trichoderma longibrachiatum*. O produto constituiu de celulase e xilanase e de um surfactante (extrato de *Yucca echtigera*), veículo que tem a função de aumentar o contato das enzimas com o substrato. A atividade enzimática do Fibrozyme (39°C e pH 4,0) foi de aproximadamente 100 unidades de xilanase (UX) por grama do produto. Uma unidade de xilanase corresponde à quantidade de enzima requerida para liberar um micromol de xilose (substrato). O fornecimento da suplementação foi uma vez por dia, todos os dias às 08:00 horas.

Foi realizada adaptação dos animais as estruturas de cochos 21 dias antes do início do experimento, no qual foi fornecida a quantidade de 2 g/kg de PC de suplemento em todos os cochos, sendo que no início da adaptação os animais tinham acesso a todos os cochos do piquete, e por meio do sistema online era possível identificar quais os animais que estavam consumindo e assim adaptá-los para abrir somente uma porta de acesso.

#### *Avaliação da forragem*

As variáveis qualitativas e quantitativas da forragem foram avaliados a cada 35 dias, sendo mensurada massa de forragem total, composição estrutural, altura e análise bromatológica.

Para determinação da massa de forragem foi utilizado o método de dupla amostragem (Sollenberger; Cherney, 1995). Cada piquete teve sua altura medida em 50 pontos, essas alturas foram inseridas em planilhas e o desvio padrão determinado. Posteriormente, foram estimadas as alturas altas (média + 2 desvios padrão), médias e baixas (médias – 2 desvios padrão), foram colhidos três pontos em cada uma das alturas pré-determinadas e calculada

uma equação de regressão relacionando a massa do pasto e a altura da forragem, buscando-se, dessa forma, uma melhor determinação da massa de forragem existente (Tabela 2). Nas alturas médias, as amostras foram separadas em folha verde, folha seca, colmo verde e colmo seco. Cada estrutura foi pesada, caracterizando assim a composição morfológica da forragem (Tabela 2).

**Tabela 1.** Composição e níveis de garantia dos suplementos na terminação de bovinos de corte Nelore em pastagem (período da seca), com base na matéria seca (MS).

Item (g/kg de MS)	Suplementos				
	Constante (g/kg PC)	Crescente (g/kg PC)			
	10	4	8	12	16
Farelo de amendoim	164	271	220	145	108
Polpa Cítrica	319	239	291	330	343
Milho moído	470	361	429	485	519
Ureia	12,5	31,6	14,3	10,0	10,0
Núcleo mineral <sup>1</sup>	35,0	98,0	46,0	30,0	20,0
<i>Composição</i>					
Proteína bruta	177	263	202	162	149
Fibra em detergente neutro	202	191	202	203	202
Fibra em detergente ácido	113	109	114	113	111
Nutrientes digestíveis totais	776	695	756	785	800
Extrato etéreo	34,6	28,6	32,6	35,4	36,9
Matéria mineral	88,9	154	103	83,2	71,0

MS – Matéria seca; PC – Peso corporal; Nutrientes digestíveis totais foram calculados usando a fórmula descrita por (Valadares Filho et al. 2006); 1Níveis garantidos do produto: sódio 69 g/kg, cálcio 228 g/kg, fósforo 19 g/kg; enxofre 37 g/kg, manganês 849 mg/kg, zinco 2732 mg/kg, ferro 828 mg/kg, cobre 828 mg/kg, cobalto 108 mg/kg, iodo 79 mg/kg, selênio 12 mg/kg, flúor (máx.) 111 mg/kg, monensina 1421 mg/kg.

**Tabela 2.** Características quantitativas médias e composição morfológica de forragem dos piquetes de capim-marandu pastejados na terminação de bovinos de corte Nelore em pastagem no período da seca.

Item	Períodos (meses)				EPM
	abr/16	mai/16	jun/16	ago/16	
Altura da forragem (cm)	34,4	34,7	32,4	32,4	1,42
Massa de forragem (kgMS/ha)	7145	7183	5319	5498	405
Massa verde total (kgMS/ha)	2786	2126	1109	1220	204
Massa de folha verde (kgMS/ha)	660	760	148	516	93,4
<i>Composição estrutural</i>					
Colmos senescentes (%)	44,0	35,0	58,0	74,0	2,40
Folhas senescentes (%)	18,0	26,0	22,0	4,00	2,80
Colmos verdes (%)	29,0	26,0	17,0	12,0	1,80
Folhas verdes (%)	9,00	13,0	3,00	10,0	1,60

A cada 35 dias foram realizados pastejo simulado (Tabela 3) (De Vries, 1995) para determinação do valor nutricional da forragem. Essas amostras, foram secas em estufas de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, sendo moídas em moinho com peneira de crivo de 1 mm para posterior determinação do teor de matéria mineral (MM; 942.05), matéria seca (MS; 934.01), proteína bruta (PB; 978.04) e extrato etéreo (AOAC, 1995), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (Van Soest et al., 1991), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) (Licitra et al., 1996).

**Tabela 3.** Composição química do pastejo simulado de capim-marandu na fase de terminação de bovinos de corte Nelore durante a seca.

g/kg (MS)	Período					EPM
	Inicial	1º	2º	3º	4º	
Matéria seca (g/kg de MN)	256	385	260	364	297	14,9
Proteína bruta	109	69,1	112	79,6	132	4,70
Fibra em detergente neutro	655	729	667	717	690	7,00
Fibra em detergente ácido	300	355	330	349	332	5,60
Lignina	39,7	51,6	50,1	52,7	61,4	1,70
Extrato etéreo	12,6	10,4	15,7	11,8	9,70	0,60
PIDN/PB	404	467	315	346	469	13,5
PIDA/PB	109	180	108	133	132	10,8
Matéria mineral	101	90,1	94,0	96,4	108	1,60

PIDN – Proteína insolúvel em detergente neutro (g/kg de PB); PIDA – Proteína insolúvel em detergente ácido (g/kg de PB);

#### *Características de carne e carcaça*

Todos os animais foram abatidos em frigorífico comercial na cidade de Barretos distante da APTA em 20 km. Foram determinados os valores de pH no músculo *Longissimus* da meia carcaça esquerda 24 horas após o resfriamento, sendo utilizado aparelho digital (Sentron, modelo 1001, Holanda) acoplado a uma sonda (Sentron, LanceFET 2074-008) (Luchiari Filho, 2000).

Também na meia-carcaça esquerda foi determinada a área de olho de lombo (AOL), retirando o decalque da peça em folha de retroprojeter e a área medida com régua quadriculada; e espessura de gordura subcutânea na região dorso-lombar entre a 12ª e a 13ª costela, realizada com auxílio de um paquímetro (Cañeque and Sañudo, 2005).

Para a composição química da carcaça foram retiradas amostras de acordo com o proposto por Hankins e Howe (1946) entre a 9ª e 11ª costela (seção HH). A seção HH foi moída, liofilizada e moída novamente em gelo seco. Foi realizada a análise química de umidade (nº do método 950.46), cinzas (nº do método 920.153), proteína bruta (nº do método

928.080) e extrato etéreo (nº do método 960.39) de acordo com os procedimentos analíticos descritos pelo AOAC (1995). Após as análises químicas foi estimado a composição química através das equações propostas por Valadares Filho et al. (2006):

$$\%EE_{\text{carc}} = 4,96 + 0,54 \times \%EE_{\text{HH}}$$

$$\%PB_{\text{carc}} = 4,05 + 0,78 \times \%PB_{\text{HH}}$$

$$\%CZ_{\text{carc}} = 2,88 + 0,50 \times \%CZ_{\text{HH}}$$

$$\%A_{\text{carc}} = 34,97 + 0,45 \times \%A_{\text{HH}}$$

Onde,  $EE_{\text{carc}}$  = extrato etéreo na carcaça;  $PB_{\text{carc}}$  = proteína bruta na carcaça;  $CZ_{\text{carc}}$  = cinzas na carcaça;  $A_{\text{carc}}$  = Água na carcaça;  $EE_{\text{HH}}$  = extrato etéreo na seção HH;  $PB_{\text{HH}}$  = proteína bruta na seção HH;  $CZ_{\text{HH}}$  = cinzas na seção HH;  $A_{\text{HH}}$  = água na seção HH;

No início do experimento foram abatidos 3 animais (leve, médio e pesado), onde por meio da utilização da equação de regressão entre o peso corporal em jejum e o peso de carcaça dos animais abatidos, foram obtidos os pesos de carcaça iniciais dos animais remanescentes no experimento:

$$\text{Peso de carcaça inicial} = - 64,323 + (0,6709 \times \text{peso corporal em jejum inicial})$$

Com o peso de carcaça inicial e final e composição de carcaça inicial e final, foi possível calcular a PB retida e EB retida durante o período do experimento, além da deposição diária e eficiência de deposição da PB (com consumo de PB diário) (Capítulo 2).

Após 24 horas do abate, foram coletados três bifes por animal do músculo *longissimus*, de 2,5 cm de espessura cada. Um bife foi utilizado para composição química e os outros dois

para determinação da coloração, perda de peso por cozimento. Para as análises de composição química foram retiradas a gordura subcutânea, moído apenas a carne e avaliado PB, gordura, matéria mineral, colágeno total e umidade. As análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Carne do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. Foi feito por meio de infravermelho próximo utilizando o aparelho FoodScan™ (FOSS, Hillerod, Dinamarca).

Para a determinação da coloração da carne de gordura foi utilizado o método descrito por Houben et al. (2000), utilizando um colorímetro Minolta (modelo CM 700. Konica Minolta. Sensing. Osaka, Japan). Foram avaliados a luminosidade ( $L^*$ ), índice de vermelho ( $a^*$ ) e índice de amarelo ( $b^*$ ).

#### *Análise estatística*

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com esquema fatorial 2 x 2. A unidade experimental foi representada pelo animal, pois eles receberam suplementos individualmente em comedouros Intergado com porta de exclusão (semelhante ao calan gate). Os blocos foram divididos por peso, havendo assim 7 blocos. As variáveis foram analisadas pelo modelo:  $Y_{ijkl} = \mu + \text{Sup}_i + \text{Enz}_j + (\text{Sup} \times \text{Enz})_{ij} + B_k + E_{ijkl}$ . Em que  $\mu$  = constante (média) comum a todas as observações;  $\text{Sup}_i$  = efeito do  $i$ -ésimo nível da estratégia de suplementação com  $i=1, \dots, a$ ;  $\text{Enz}_j$  = é o efeito do  $j$ -ésimo nível da enzima fibrolítica com  $j = 1, \dots, b$ ;  $\text{Sup} \times \text{Enz}_{ij}$  = é o efeito da interação do  $i$ -ésimo nível da estratégia de suplementação com o efeito do  $j$ -ésimo nível da enzima fibrolítica;  $B_k$  = efeito do bloco;  $e_{ijkl}$  = erro experimental associado à observação  $Y_{ijkl}$  com  $l = 1, \dots, r$ . As estratégias de suplementação, presença ou ausência de enzima e interações foram consideradas efeitos fixos e o bloco considerado efeito aleatório.



As análises foram feitas pelo procedimento MIXED do SAS versão 9.2 (SAS Institute Inc. Cary, NC). As médias foram comparações utilizando o teste F a  $\leq 5\%$  de probabilidade para diferença significativa e de 5 a 10% de probabilidade para tendência.

## RESULTADOS

Não houve efeito da interação dos fatores sobre características de carcaça, qualidade da carne e uso de proteína bruta e energia ( $p > 0,19$ ). As estratégias de suplementação e presença ou ausência de enzimas não afetaram as características de carcaça ( $p > 0,14$ ), uso de proteína bruta e energia ( $p > 0,41$ ) e qualidade da carne ( $p > 0,15$ ) (Tabela 4, 5 e 6). Houve tendência de interação entre os fatores na gordura da carne ( $p = 0,08$ ). A suplementação crescente sem enzima teve maior quantidade de gordura que a suplementação crescente com enzima (2,38 vs. 1,84%).

**Tabela 4.** Características de carcaça de bovinos Nelore recebendo níveis constantes ou crescentes de suplementação com ou sem enzima fibrolítica na fase de terminação a pasto.

	Constante		Crescente		EPM	P-valor		
	Controle	Enzima	Controle	Enzima		Supl	Enzima	Supl x Enz
pH	5,93	6,07	5,98	5,96	0,06	0,56	0,32	0,19
EG (mm)	3,17	3,29	3,0	2,76	0,38	0,28	0,84	0,58
AOL (cm <sup>2</sup> )	76,9	80,5	75,9	82,9	3,45	0,83	0,14	0,63
PPR (%)	1,74	2,05	2,06	1,98	0,17	0,48	0,50	0,24

EPM = erro padrão da média; Supl = suplemento; Enz = enzima. Constante = 10 g/kg do peso corporal (PC)/dia durante todo o experimento; Crescente = 4, 8, 12 e 16 g/kg PC/dia; Enzima = Fibrozyme (15 mg/kg PC/dia). EG - Espessura de gordura (mm); AOL – Área de olho de lombo (cm<sup>2</sup>); PPR – Perda por resfriamento.

**Tabela 5.** Características de carcaça, proteína e energia retidas e eficiência de deposição de proteína de bovinos Nelore recebendo níveis constantes ou crescentes de suplementação com ou sem enzima fibrolítica na fase de terminação a pasto no período da seca.

Item	Constante		Crescente		EPM	P-valor		
	Controle	Enzima	Controle	Enzima		S	E	S×E
<i>Características de carcaça</i>								
pH	5,93	6,07	5,98	5,96	0,06	0,56	0,32	0,19
Espessura de gordura (mm)	3,17	3,29	3,00	2,76	0,38	0,28	0,84	0,58
Área de olho de lombo (cm <sup>2</sup> )	76,9	80,5	75,9	82,9	3,45	0,83	0,14	0,63
Perda por resfriamento (%)	1,74	2,05	2,06	1,98	0,17	0,48	0,50	0,24
Umidade (%)	61,9	62,1	62,1	62,7	0,49	0,40	0,41	0,71
Proteína bruta (%)	18,7	18,5	18,6	18,5	0,29	0,94	0,66	0,93
Extrato etéreo (%)	12,9	12,9	12,9	12,3	0,54	0,54	0,60	0,51
Matéria mineral (%)	6,53	6,39	6,33	6,44	0,14	0,55	0,90	0,36
<i>Proteína bruta e energia</i>								
Energia bruta retida (Mcal)	221	235	215	215	17,0	0,41	0,68	0,65
Energia bruta (Mcal/dia)	1,50	1,58	1,45	1,45	0,11	0,42	0,68	0,67
Proteína bruta retida	17,5	18,1	16,7	18,2	1,48	0,78	0,42	0,72
Proteína bruta/dia	0,12	0,12	0,11	0,12	0,01	0,78	0,42	0,69
Eficiência de deposição de PB	9,70	9,94	9,44	10,4	0,87	0,91	0,42	0,64

EPM = erro padrão da média; S = suplemento; E = enzima. Constante = 10 g/kg do peso corporal (PC)/dia durante todo o experimento; Crescente = 4, 8, 12 e 16 g/kg PC/dia; Enzima = Fibrozyme (15 mg/kg PC/dia).

**Tabela 6.** Análise e composição do músculo (*Longissimus dorsi*) de bovinos Nelore recebendo níveis constantes ou crescentes de suplementação com ou sem enzima fibrolítica na fase de terminação a pasto.

Item	Constante		Crescente		EPM	P-valor		
	Controle	Enzima	Controle	Enzima		S	E	S×E
<i>Coloração</i>								
L*, carne	37,4	36,6	35,5	37,3	0,87	0,46	0,54	0,12
a*, carne	17,3	16,3	16,4	16,1	0,96	0,56	0,49	0,70
b*, carne	10,2	9,40	9,30	9,60	0,81	0,67	0,79	0,53
L*, gordura	67,2	65,9	67,6	67,1	0,90	0,41	0,36	0,67
a*, gordura	15,5	16,2	14,9	16,3	1,00	0,75	0,26	0,66
b*, gordura	18,7	17,3	16,8	18,0	1,05	0,54	0,90	0,17
<i>Composição (%)</i>								
Colágeno total	1,19	1,11	1,21	1,13	0,05	0,65	0,15	0,95
Gordura da carne	1,97	2,14	2,38	1,84	0,28	0,77	0,35	0,08
Matéria mineral	1,17	1,12	1,34	1,62	0,17	0,19	0,65	0,50
Proteína bruta	22,7	22,6	22,5	22,6	0,18	0,70	0,97	0,57
Umidade	74,2	74,2	73,8	73,9	0,24	0,19	0,76	0,70

EPM = erro padrão da média; S = suplemento; E = enzima. constante = 10 g/kg do peso corporal (PC)/dia durante todo o experimento; crescente = 4, 8, 12 e 16 g/kg PC/dia; Enzima = Fibrozyme (15 mg/kg PC/dia). As análises foram feitas no *Longissimus* da meia carcaça esquerda, entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela.

## DISCUSSÃO

A composição de carcaça é uma mensuração que ajuda complementar informações sobre a modulação nutricional do crescimento (Cônsole et al. 2015), não apresentando diferença significativa para nenhuma variável no experimento, devido a média de suplementação das estratégias ser a mesma e conseqüentemente a média dos nutrientes totais provenientes da suplementação também, não havendo diferença suficiente para alterar a composição da carcaça. Segundo Bonilha et al. (2011) a concentração de proteína da carcaça

geralmente não se altera, o que pode haver diferença é o teor de extrato etéreo e água, o que não aconteceu no experimento.

Os dados de composição dos bifes do músculo *Longissimus* não apresentaram diferença significativa, não influenciando em coloração da carne e gordura, nem na perda por cocção. Houve tendência a maior porcentagem de gordura nos bifes da suplementação crescente sem enzima comparada com a crescente com enzima. Eun et al. (2009) encontraram menor espessura de gordura e marmoreio em dietas contendo enzima fibrolítica.

Maiores teores de ácido graxos voláteis gliconeogênicos, ou seja, propionato aumentam a glicose sanguínea, sendo que a glicose é o principal nutriente para deposição de tecido adiposo intramuscular (Smith; Crouse, 1984). A enzima fibrolítica altera a população microbiana do rúmen, aumentando a relação acetato: propionato (Alvarez et al., 2009) e conseqüentemente reduzindo gordura intramuscular. Provavelmente esta diferença só foi encontrada na suplementação crescente, porque a utilização de enzima fibrolítica tende a ser mais eficaz em situações em que há maior prejuízo na digestão da fibra por maiores suplementações (Cranston et al., 2005).

A coloração da carne sofre influência principalmente pela idade, peso de abate e gênero interferindo na quantidade e estado químico da mioglobina, principal pigmento da carne (Faturi et al., 2002). No experimento os animais foram abatidos com idade e peso semelhantes explicando assim a mesma coloração. Segundo Muchenje et al. (2009) as médias para L\*, valor de a\* e valor de b\* são de 33,2-41,0; 11,1-23,6; 6,1-11,3 respectivamente, estando a carne dos animais do experimento dentro do padrão.

A luminosidade tem correlação negativa com o pH da carne, pois há menor perda de água quando o pH é elevado, havendo menor dispersão da luz, deixando a carne mais escura (Osório et al. 2009). Segundo Cruz (1997) pH acima de 6,0 favorece para carnes mais escuras,

fora do padrão desejado, sendo que os animais do experimento estavam próximos do limite, não havendo diferença no pH e conseqüentemente na coloração.

Segundo Eun et al. (2009) a inclusão de baixa ou alta dose de enzima fibrolítica comparada ao controle influenciou apenas na redução da espessura de gordura e marmoreio dos animais, não afetando outras características da carcaça. Neumann et al. (2018) também não encontraram diferença nas características de carcaça de animais terminados recebendo enzima fibrolítica.

## CONCLUSÃO

Há uma tendência de diminuição da gordura da carne quando os animais foram suplementados na estratégia crescente com enzima fibrolítica. A estratégia de suplementação constante ou crescente não altera as variáveis de carne e carcaça de bovinos Nelore terminados a pasto no período da seca.

## REFERÊNCIAS

- Adesogan, A.T. (2005). Improving forage quality and animal performance with fibrolytic enzymes. In: FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM. *Proceedings...* S.L.: p.91-109.
- Alvarez, G., Pinos-Rodríguez, J. M., Herrera, J. G., García, J. C., Gonzalez, S. S., & Barcena, R. (2009). Effects of exogenous fibrolytic enzymes on ruminal digestibility in steers fed high fiber rations. *Livestock Science*, 121(2-3), p. 150-154.
- AOAC. (1995). Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington.

- Bonilha, S.F.M., Tedeschi, L.O., Packer, I.U., Razook, A.G., Nardon, R.F., Figueiredo, L.A., Alleoni, G.F. (2011). Chemical composition of whole body and carcass of *Bos indicus* and tropically adapted *Bos taurus* breeds. *Journal of Animal Science*. 89, p.2859-2866.
- Bridi, A. M., Constantino, C., Tarsitano, M. A. (2011). Qualidade da carne de bovinos produzidos em pasto. In: Simpósio De Produção Animal Em Pasto, Maringá. *Anais...* Maringá UEM.
- Cañeque, V, Sañudo, C. (2005). Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. (INIA: Madrid, Spain).
- Chizzotti, M. L., Machado, F. S., Valente, E. E. L., Pereira, L. G. R., Campos, M. M., Tomich, T. R., Ribas, M. N. (2015). Validation of a system for monitoring individual feeding behavior and individual feed intake in dairy cattle. *Journal of dairy science*, 98(5), p. 3438-3442.
- Cônsolo, N. B. R., Rodriguez, F. D., Goulart, R. S., Frasseto, M. O., Ferrari, V. B., Silva, L. F. P. (2015). Zilpaterol hydrochloride improves feed efficiency and changes body composition in non implanted Nellore heifers. *Journal of Animal Science*. 93, p. 4948–4955.
- Cranston, J. J., Krehbiel, C. R., McBeth, L. J., & Ball, R. A. (2005). Effects of roughage level and Fibrozyme TM supplementation on performance and carcass characteristics of finishing beef steers. In Plains Nutrition. Council Spring Conference. Publication. Texas A&M Research and Extension Center, Amarillo.
- Cruz, G.M. (1997). Avaliação qualitativa e quantitativa da carcaças de bovinos. In: ESTEVES, S.N. Intensificação da bovinocultura de corte: estratégias de alimentação e terminação. São Carlos: Embrapa-CPPSE, p. 58-75.

- De Vries, M. F. W. (1995). Estimating forage intake and quality in grazing cattle: a reconsideration of the hand-plucking method. *Journal of Range Management*. 48, p. 370–375.
- Eun, J.S., ZoBell, D.R., Dschaak, C.M., Diaz, D.E., Tricarico, J.M. (2009). Effects of supplementing a fibrolytic feed enzyme on the growth performance and carcass characteristics of beef steers. *The Professional Animal Scientist*. 25, p. 382-387.
- Faturi, C., Restle, J., Brondani, I.L. (2002). Características de carcaça e da carne de novilhos de diferentes grupos genéticos alimentados em confinamento com diferentes proporções de aveia e grão de sorgo no concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.31, n.5, p. 2024-2035.
- Ferraz, J.B.S., Felício, P.E., 2010. Production systems – an example from Brazil. *Meat Sci*. 84, 238–243.
- Hankins, O.G., Howe, P.E. (1946) Estimation of composition of beef carcasses and cuts. Washington, D.C.; USDA, p.20, (Technical Bulletin USDA, 926)
- Houben, J. H., Van Dijk, A., Eikelenboom, G., Hoving-Bolink, A. H. (2000). Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on color stability and lipid oxidation in minced beef. *Meat Science*. 55 p. 331–336.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/23005-trimestrais-da-pecuaria-primeiros-resultados-abate-de-bovinos-cresce-3-6-frente-ao-3-trimestre-de-2017-e-7-2-em-relacao-ao-2-trimestre-de-2018>> Acesso em 25 de novembro de 2018.

- Licitra, G., Hernandez, T.M., Van Soest, P.J. (1996). Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, v.57, p. 347-358.
- Luchiari Filho, A. (2000). *Pecuária da carne bovina*. São Paulo: A. Luchiari Filho, p.134.
- Morais, J. A. S., Berchielli, T. T., Reis, R. A. (2011). Aditivos. In: Berchielli, T.T., Pires, A.V., Oliveira, S.G. *Nutrição de Ruminantes*. 2edição. Jaboticabal :Funep, p. 540.
- Muchenje, V., Dzamac, B.K., Chimonyo, M. et al. (2009). Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. *Food Chemistry*, Barking, v.112, p. 279-289.
- Neumann, M., Leão, G.F.M., Vigne, G.L.D., Santos, L.C., Venancio, B.J., Dochwat. (2018) Xylanase – complex efficacy in high-energy diets for bulls finished in feedlot. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, v. 40.
- Osório, J.C.S., Osório, M.T.M., Sanudo, C. (2009). Características sensoriais da carne ovina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.38, p. 292-300.
- Roth, M. T. P., Resende, F. D., Oliveira, I. M., Fernandes, R. M., Custódio, L., Siqueira, G. R. (2017) Does supplementation during previous phase influence performance during the growing and finishing phase in Nellore cattle? *Livestock Science*. 204, p. 122-128.
- Sampaio, R. L., Resende, F. D., Reis, R. A., Oliveira, I. M.; Custódio, L., Fernandes, R. M., Pazdiora, R. D.; Siqueira, G. R. (2017). The nutritional interrelationship between the growing and finishing phases in crossbred cattle raised in a tropical system. *Tropical Animal Health and Production*. V.49(5), p. 1015-1024.
- SAS Institute. (2008). SAS/STAT 9.2 User's Guide. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.



- Silva, S. C. (2010). Fatores condicionantes e predisponentes da produção animal em pastagens. In: PIRES, A. V. *Bovinocultura de corte*. Piracicaba: FEALQ, v. 1, p. 419-429.
- Smith, S.B.; Crouse, D.J. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue (1984). *The Journal of Nutrition*. v.114, p. 792-800.
- Sollenberger, L.E., Cherney, D.J.R. Evaluating forage production and quality. (1995). In: Barnes, R.F.; Miller, D.A.; Nelson, C.J. (Eds.) *Forages: the science of grassland agriculture*. Ames: University Press. v.2, p. 97-110.
- Valadares Filho, S. C., Paulino, P. V. R., Magalhães, K. A. (2006). *Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte*. Viçosa, MG: Suprema, 142 p.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber neutral detergent and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p. 3583-3597.

### **Declaração de Responsabilidade**

As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas nesse material são de responsabilidade do autor e não necessariamente refletem a visão da CAPES.