

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

GABRIELA MARIANA FOGAÇA

**EFEITOS DA FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO
FISICAMENTE EFETIVO SOBRE O DESEMPENHO
PRODUTIVO, CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E
FERMENTAÇÃO RUMINAL EM BOVINOS**

Dracena
2024

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

GABRIELA MARIANA FOGAÇA

**EFEITOS DA FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO
FISICAMENTE EFETIVO SOBRE O DESEMPENHO
PRODUTIVO, CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E
FERMENTAÇÃO RUMINAL EM BOVINOS**

Trabalho de Conclusão apresentado à
Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas
- Unesp, Campus de Dracena como parte das
exigências para conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. Murillo Ceola Stefano Pereira
Co-orientador: Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

Dracena
2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Efeitos da fibra em detergente neutro fisicamente efetivo sobre o desempenho produtivo, características de carcaça e fermentação ruminal em bovinos.

Modalidade: Trabalho de **revisão bibliográfica com análise crítica..**

Autor: Gabriela Mariana Fogaça

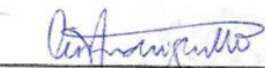
Orientador (a): Murillo Ceola Stefano Pereira

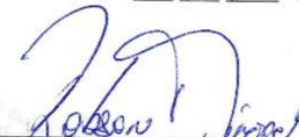
Co-orientador(es): Danilo Domingues Millen

Número de Créditos: 15

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 18/06/2024


Murillo Ceola Stefano
Pereira
Nome membro da Banca


Cristiana Andrighetto
Nome membro da Banca


Robson Crosuê Nunes
Dinardi
Nome membro da Banca

DEDICATÓRIA

A minha mãe, Diva Mariana da Silva Fogaça e meu pai Mauro Fogaça, pilares da minha formação como ser humano, que me educaram e que me deram total apoio durante minha trajetória acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido o dom da vida, e por ter me sustentado durante toda a minha trajetória, e sempre ter me amparado nos momentos de dificuldades.

A minha mãe Diva e meu pai Mauro, o motivo pela qual tiro forças para lutar pelos meus sonhos e que são deles também, no qual, quero proporcionar alegria e orgulho, são minha inspiração e meu exemplo de vida, e que mesmo de longe não mediram esforços para me ajudar nesses cinco anos, mesmo de longe sempre se mantiveram presentes.

Ao meu irmão Rafael, que participou desde sempre da minha vida e do meu desenvolvimento. Meu companheiro de vida, sempre esteve ao meu lado, sou imensamente grata a todo apoio por ele dado. Ele que nunca me deixou desanimar durante essa caminhada, que também é meu exemplo de determinação, coragem e força.

A minha querida cunhada Juliana, que me acolheu em todos os momentos que precisei e que me incentivou a continuar firme na caminhada, que hoje tenho como irmã, sou extremamente grata por ter você em minha vida, e a sua família que acabou se tornando a minha também.

Aos meus sobrinhos Johny, Ana Clara, Maike, Helena e Yuri Miguel, que mesmo sendo tão pequenos, me deram força e ânimo para não desistir no meio da minha jornada, e seguir sendo como exemplo para eles.

As minhas amigas de longa data, Taina Ferreira, Taiza Ferreira, Giovana Ribeiro e Gabriela Ribeiro que fizeram parte da minha formação pessoal, que estiveram presentes desde sempre, que nunca me abandonaram, mesmo conhecendo meu jeito peculiar de ser, sou grata por todos esses anos de amizade.

Aos meus amigos que fiz durante a graduação, que em meio a tantas dificuldades sempre estiveram ao meu lado me ajudando em todos os momentos, sempre tivemos a união e o companheirismo, e que assim pretendo levar para o resto da vida: Thaís de Oliveira, Ingrid Camargo, Nathalia Passos, Barbara Vicente, Roberta Silva e Fernanda Spada.

A República Apartadas, por me acolher em Dracena, proporcionando a melhor experiência da minha vida, convivência com pessoas diferentes num mesmo lugar, mostrando o quão importante é união e a amizade, trazendo o conforto de poder chamar e de se sentir em família, e por todos os momentos já vividos, cada segundo

foi inesquecível. Agradecer em especial às minhas veteranas Fernanda Braga e Gabriela Longhitano, por todo o carinho enorme por mim, vocês são uma inspiração tanto na vida profissional quanto pessoal.

À XIX Turma de Zootecnia, que de alguma forma contribuíram para concluir este trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Murillo Ceola Stefano Pereira, por me aceitar como sua orientada, e pela confiança em mim depositada para a realização deste trabalho, pela orientação e, sobretudo, pelo apoio e incentivo.

À FCAT – Faculdade de Ciência Agrárias e Tecnológicas, aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso. Aos funcionários, por toda conversa em meio aos corredores, por toda prontidão e por proporcionar um ambiente sempre agradável.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma fizeram parte do meu percurso, e que estiveram envolvidos na realização deste trabalho.

“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois, o Senhor, o seu Deus estará com você por onde você andar” (Josué 1:9).

RESUMO

Normalmente as forragens são incluídas em níveis mínimos na formulação de dietas para bovinos de corte confinados e para vacas em lactação devido à menor digestibilidade e aos custos operacionais e econômicos mais elevados do que os ingredientes concentrados. No entanto, a falta de fibra pode aumentar o risco de distúrbios nutricionais, como acidose ruminal, impactando negativamente a saúde e o desempenho produtivo. O conceito de fibra em detergente neutro fisicamente efetivo (FDNfe) é considerado uma forma eficiente de medir a efetividade das partículas da dieta, porque incorpora informações sobre o comprimento das partículas e a inclusão da fibra em detergente neutro (FDN) da dieta, afetando assim a atividade mastigatória, estratificação da digesta no rúmen e o pH ruminal. Uma compreensão do requerimento mínimo de fibra e de fatores que contribuem para melhor explicar esse requisito, pode melhorar a saúde ruminal e consequentemente o desempenho produtivo, ao mesmo tempo que minimiza os custos. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão bibliográfica com análise crítica dos efeitos de diferentes inclusões de FDNfe sobre o desempenho produtivo em bovinos de corte e leite, características de carcaça e fermentação ruminal. Não foi possível determinar uma melhor inclusão de FDNfe para as características avaliadas, devido à alta variabilidade das inclusões, diferentes aptidões (corte e leite), diferentes fontes e inclusões de ingredientes volumosos. Além disso, foi observado uma alta variação na forma de calcular o FDNfe, apesar da metodologia para este cálculo ser consolidada, muitos autores utilizam diferentes peneiras para sua determinação, considerando apenas partículas maiores do que 8 mm, 4 mm ou 1,18 mm, o que implica diretamente sobre os resultados, fazendo com que não sejam constantes. Sendo assim, o FDNfe se mostra uma importante variável, que deve ser considerada na formulação de dietas para bovinos de corte e leite e que merece ser mais estudada.

Palavras-chave: forragem, pH, requerimento

ABSTRACT

Roughage are normally included at minimum levels when formulating finishing and dairy cattle diets due to lower digestibility and higher operational and economic costs than concentrates feedstuff. However, insufficient fiber may increase the risk of nutritional disorders such as ruminal acidosis, negatively impacting health, and consequently growth and dairy performance of cattle. The concept of physically effective neutral detergent fiber (peNDF) is considered an efficient means of measuring effectiveness of dietary particles because it incorporates information on particle length and chemical neutral detergent fiber concentration of the diet, affecting chewing activity, digesta stratification and ruminal pH. An understanding of the minimum roughage requirement and the constituent factors that best explain that requirement can help to promote health and performance while minimizing cost. Thus, the objective of this study was to carry out a bibliographical review with critical analysis of the different peNDF inclusions effects on feedlot and milk performance, carcass characteristics and ruminal fermentation. It was not possible to determine a better inclusion of peNDF for the characteristics evaluated, due to the high variability of inclusions, different skills (cut and milk), different sources and inclusions of bulky ingredients. Furthermore, a high variation was observed in the way of calculating peNDF, despite the methodology for this calculation being consolidated, many authors use different sieves for its determination, considering only particles larger than 8 mm, 4 mm or 1.18 mm, which directly affects the results, making them not constant. Therefore, peNDF is an important variable, which must be considered when formulating diets for beef and dairy cattle and which deserves to be further studied.

Key words: pH, requirement, roughage

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Consumo de matéria seca (painel A), ganho de peso diário (painel B) e eficiência alimentar (painel C) de bovinos alimentados com 7,1 e 10,7% de FDNfe (Addah et al., 2015).....	23
Figura 2. Consumo de matéria seca (painel A), ganho de peso diário (painel B) e eficiência alimentar (painel C) de bovinos alimentados com 11,40, 11,29 e 13% de FDNfe (Gentry et al., 2016).	24
Figura 3. Consumo de matéria seca (painel A), ganho de peso diário (painel B) e eficiência alimentar (painel C) de bovinos alimentados com 13,52 e 13,58% de FDNfe (Pereira et al., 2021).....	25
Figura 4. Consumo de matéria seca (painel A), produção de leite (painel B), gordura do leite (painel C) de bovinos alimentados com 8,9, 10,3 e 11,5% de FDNfe (Yang e Beauchemin, 2005).	27
Figura 5. Consumo de matéria seca (painel A), produção de leite (painel B), gordura do leite (painel C) de bovinos alimentados com 25,45 e 26,25% de FDNfe (Li et al., 2020).	28
Figura 6. Consumo de matéria seca (painel A), produção de leite (painel B), gordura do leite (painel C) de bovinos alimentados com 23,1, 24,3, 27,8 e 28,2% de FDNfe (Yang e Beauchemin, 2009).....	29
Figura 7. pH médio (painel A), pH mínimo (painel B), pH máximo (painel C) de bovinos de corte alimentados com 7,1 e 10,7% de FDNfe (Addah et al., 2015).....	31
Figura 8. pH médio (painel A), pH mínimo (painel B), pH máximo (painel C) de bovinos alimentados com 20,6, 21,0 22,1 e 23,2% de FDNfe (Chibisa et al., 2020).	32
Figura 9. pH médio (painel A), pH mínimo (painel B), pH máximo (painel C) de bovinos leiteiros alimentados com 8,9, 10,3 e 11,5% de FDNfe (Beauchemin e Yang, 2005).	33
Figura 10. Rendimento de carcaça (painel A), peso de carcaça quente (painel B) de bovinos alimentados com 13,52 e 13,58% de FDNfe (Pereira et al., 2021).	35
Figura 11. Rendimento de carcaça (painel A), peso de carcaça quente (painel B) de bovinos alimentados com 11,40, 11,29 e 13% de FDNfe (Gentry et al., 2016).	36
Figura 12. Acetato (painel A), propionato (painel B) e total (painel C) de bovinos de corte alimentados com 7,1 e 10,7% de FDNfe (Addah et al., 2015).....	38
Figura 13. Acetato (painel A), propionato (painel B) e total (painel C) de bovinos	

alimentados com 20,6, 21, 22,1 e 23,2% de FDNfe (Chibisa et al., 2020). 39

Figura 14. Acetato (painel A), propionato (painel B) e total (painel C) de bovinos
leiteiros alimentados com 8,9, 10,3 e 11,5% de FDNfe (Beauchemin e Yang, 2005).

..... 40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIEC	Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne
AGCC	Ácido Graxo de Cadeia Curta
CMS	Consumo de Matéria Seca
EA	Eficiência Alimentar
FDN	Fibra em Detergente Neutro
FDNfe	Fibra em Detergente Neutro fisicamente efetivo
GPD	Ganho de Peso Diário
LPS	Lipopolissacarídeo
MS	Matéria Seca
PC	Peso Corporal
PEF	Fator de Eficiência Física
PIB	Produto Interno Bruto
PSPS	Penn State Separador de Partículas
SARA	Acidose Ruminal Subaguda
TGI	Trato Gastrointestinal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1. Considerações iniciais.....	14
2. OBJETIVO	15
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1. Inclusão de fibra em detergente neutro fisicamente efetivo	15
3.2. Distúrbios metabólicos em ruminantes.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Desempenho produtivo em bovinos de corte	21
4.2. Desempenho produtivo em bovinos leiteiros.....	26
4.3. pH ruminal em bovinos de corte e leite	30
4.4. Características de carcaça.....	34
4.5. Produção de ácidos graxos de cadeia curta em bovinos de corte e leite.....	37
5. CONCLUSÃO	41
6. REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações iniciais

Atualmente o Brasil apresenta um rebanho com cerca de 202 milhões de cabeças de gado, colocando o país como segundo maior produtor, e o maior exportador de carne bovina do mundo (ABIEC, 2023). Segundo os dados de ABIEC (2023) ao fato do maior número de animais, se justifica pela maior eficiência de produção, onde se produz mais em áreas limitadas, considerando que a maior parte da produção da bovinocultura é realizada a pasto em sistemas extensivo, e que de 42,31 milhões de animais abatidos, cerca de 18,2% foram terminados no sistema intensivo de confinamento, apesar de ser uma porcentagem relativamente baixa, (Silvestre, 2022) menciona sobre seu crescimento gradual em função das técnicas de manejo e de nutrição adotadas para melhoria da produtividade.

Diante disso, para se manter uma boa produtividade, é de extrema importância avaliar os aspectos físicos dos alimentos na dieta dos animais, como o tamanho de partículas da forragem, que podem alterar a digestibilidade ruminal e do trato total, uma vez que, esse fator pode interferir nos resultados de produção animal e o lucro na fase de terminação (Yang e Beauchemin., 2005).

Os volumosos são normalmente incluídos em concentrações mínimas nas dietas, porém, utilizando o conceito da fibra em detergente neutro fisicamente efetivo (FDNfe) Daniel et al. (2020). Desse modo, a inclusão e ajustes dos tamanhos de partículas das forragens é significativamente importante dentro das dietas, onde desempenha uma função indispensável, como estimulador mecânico das atividades ruminais, reduzindo a incidência de distúrbios digestivos e elevar o desempenho dos animais (Alhadas et al., 2021).

Alhadas et al. (2021) recomenda-se saber qual parâmetro utilizar, visto que as informações podem ser exibidas com base nos níveis de forragem, nos níveis de fibra alimentar ou no teor de fibra volumosa. As forragens apresentam níveis diferentes de FDN, que está relacionado com os aspectos químicos, mas não com o aspecto físico da porção fibrosa das dietas, sendo representada como FDNfe definida por Mertens (1997).

Tendo em vista a busca por uma melhor eficiência alimentar, se tornou de extrema importância para os nutricionistas nas últimas décadas, fazer o bom uso dos ingredientes, de forma a estabelecer uma dieta mais adequada, juntamente com o melhoramento da genética dos animais, a fim de potencializar o desempenho animal

minimizando o custo de produção (Silvestre et al., 2022).

Portanto, foi levantada a seguinte questão, se o aumento do teor de FDNfe do volumoso pode influenciar sobre o desempenho produtivo, características de carcaça e fermentação ruminal em bovinos.

2. OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão bibliográfica com análise crítica dos efeitos de diferentes inclusões de FDNfe sobre o desempenho produtivo em bovinos de corte e leite, características de carcaça e fermentação ruminal.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Inclusão de fibra em detergente neutro fisicamente efetivo

Como parte da dieta, temos os alimentos que constituem o grupo dos volumosos que são fornecidos a bovinos de corte confinados com o intuito de manter a saúde ruminal, o que ajuda a prevenir distúrbios metabólicos, como a acidose ruminal subaguda (SARA), que pode ser definida como períodos de leve depressão no pH ruminal, geralmente sem sinais clínicos, porém, que afeta negativamente o desempenho produtivo dos animais (Stock e Britton, 1993).

No entanto, alimentos volumosos devem ser incluídos em níveis reduzidos nas dietas de alto concentrado, devido ao baixo valor nutricional (Mertens, 1997), alto custo operacional (Mertens, 2002) e para maximizar a ingestão de energia (Galyean e Defoor, 2003) no período de terminação.

Sendo assim, otimizar os níveis de volumoso em dietas com alto teor de concentrado torna-se necessário para maximizar o desempenho animal (Tedeschi e Fox, 2018). Contudo, o efeito do nível de volumoso da dieta sobre o desempenho produtivo no período de confinamento deve ser um equilíbrio entre a energia consumida e a saúde ruminal (Jennings et al., 2020).

É possível observar a evolução das dietas de terminação nos confinamentos brasileiros comparando os levantamentos realizados com os nutricionistas de bovinos de corte feito por Millen et al. (2009) e Silvestre e Millen (2021). Em 2009, a inclusão média de concentrado nas dietas de terminação foi de 71,2%, da mesma forma, a inclusão média de volumoso nas dietas de terminação em 2009 foi de 28,8% e foi reduzida para 16,8% em 2019. No entanto, em 2020 a inclusão de concentrado média aumentou para 83,3%.

Também foi reportado que 50% dos nutricionistas entrevistados incluíram de 51 a 65% de grãos nas dietas de terminação, porém, 5,6% dos confinamentos brasileiros ainda utilizam dietas de terminação com inclusões de grãos variando entre 20 e 35%, o que corresponde uma inclusão média nas dietas de terminação de 45 e 22,5% de amido, respectivamente (Silvestre e Millen, 2021).

De acordo com Galyean e Defoor (2003), a fonte e o nível de volumoso podem ter efeitos significativos sobre o consumo de matéria seca (CMS) de bovinos alimentados com dietas de alto concentrado. Segundo os autores, os efeitos de mudanças maiores do que 5% da matéria seca (MS) de alimentos volumosos no CMS podem diminuir a energia da dieta, de modo que o animal aumente o consumo para manter a ingestão de energia.

Uma outra questão relevante destacada nos estudos de Millen et al. (2009) e Silvestre e Millen (2021) foi em relação ao método preferido para a análise de fibra. Em 2009, apenas 10,4% dos nutricionistas utilizavam o FDNfe como método de análise. No entanto, no ano de 2019 houve um aumento expressivo no número de entrevistados que adotaram este método, sendo que 80,6% dos nutricionistas utilizaram o FDNfe como o principal método para analisar a fibra das dietas.

O conceito de FDNfe foi introduzido por Mertens (1997) para relacionar as características físicas dos alimentos ao pH ruminal, avaliando os efeitos do tamanho das partículas dos alimentos na atividade de mastigação.

O termo FDNfe utiliza o fator de eficiência física (pef) do alimento com o seu conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN). Sendo assim, o FDNfe pode ser modificado aumentando a inclusão de volumoso ou o comprimento da partícula do volumoso na dieta (Yang e Beauchemin, 2005; Yang e Beauchemin, 2009). Para avaliar a porcentagem do FDNfe de um alimento ou dieta é necessário utilizar a Penn State Particle Separator (PSPS), que é um conjunto de três peneiras com crivos de 19 mm, 8 mm, 1,18 mm e bandeja (Kononoff and Heinrichs, 2003) que foi atualizada para crivos de 19 mm, 8 mm, 4 mm e bandeja (Heinrichs, 2013).

O FDNfe é amplamente estudado para bovinos leiteiros (Kononoff e Heinrichs, 2003; Yang e Beauchemin, 2005; Yang e Beauchemin, 2009). Contudo, existem poucos estudos na literatura com informações sobre recomendações de FDNfe para bovinos de corte alimentados com dietas de alta energia, Mertens (2002) recomendou para bovinos confinados uma inclusão de 15,3% de FDNfe em dietas de terminação para maximizar o ganho de peso diário, inclusão de 22% de FDNfe para minimizar

abscessos hepáticos e ainda uma inclusão de 25% de FDNfe para maximizar o CMS. Como recomendação geral, o autor recomendou uma inclusão variando entre 12 e 18% de FDNfe.

Por outro lado, Fox e Tedeschi (2002), recomendaram para bovinos confinados uma inclusão entre 7% e 10% de FDNfe em dietas de alto concentrado para manter o pH ruminal acima de 5,7, entretanto, não existem recomendações de inclusão de FDNfe para bovinos alimentados nas condições tropicais, tão pouco, recomendações que levem em consideração fatores como nível de inclusão de amido nas dietas de terminação.

É notável o grande crescimento de nutricionistas que adotaram o FDNfe como método de preferência para analisar fibra no levantamento realizado por Silvestre e Millen (2021), desse modo, se faz necessário a realização de novos estudos que incluam o requerimento mínimo de FDNfe para bovinos de corte confinados que recebem dietas de alto concentrado.

3.2. Distúrbios metabólicos em ruminantes

Com o passar dos anos, os animais ruminantes por meio da seleção natural, passaram por mudanças fisiológicas, se diferenciando dos demais mamíferos por possuir o rúmen, conhecido como câmara fermentativa, utilizada para degradação da dieta que consiste basicamente em alimentos fibrosos, e com sua evolução, a capacidade desses animais em aproveitar os alimentos de forma mais eficiente, se deu pela sua simbiose com os microrganismos, no qual estes também evoluíram durante todos esses anos, obtendo a habilidade de sintetizar nutrientes como vitaminas, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e as proteínas (Brame, 2022).

Devido as mudanças das dietas e maior ingestão de carboidratos solúveis, os riscos de distúrbios metabólicos são mais frequentes, como a cetose, timpanismo, laminite, acidose ruminal, entre outras disfunções, consequentemente, prejudicando o desempenho dos animais, sendo assim, se faz necessário ter uma nutrição balanceada, e minimizar o máximo possível desses fatores para não se ter quedas na produção (Silva et al., 2023).

Nagaraja e Titgemeyer (2007) relata que a frequência, quantidade e o tempo de alimentação com grãos afetam negativamente o ambiente ruminal dos animais, levando-os a sofrer distúrbios metabólicos acentuados, mesmos esses animais já possuindo uma predisposição de sofrer com essa disfunção, pode levar a sofrerem

instabilidade na produção microbiana e influenciar sob a sua utilização e absorção dentro do epitélio ruminal.

O timpanismo ruminal em ruminantes resume-se em uma hiper distensão do rúmen e do retículo dos bovinos juntamente com os gases produzidos por meio da fermentação, onde, ocorre devido ao acúmulo desses gases, dilatação do rúmen e do retículo (Panziera et al., 2016). Segundo Panziera et al. (2016) podem acontecer de duas formas, a primária classificada como espumosa, acarretando numa grande tensão sob o líquido ruminal, formando as espumas e as mantendo por um longo período dentro do ambiente ruminal e a secundária classificada como gasosa.

Segundo Coutinho et al. (2009) o timpanismo espumoso retém os gases da fermentação no rúmen, condição em que a aderência das pequenas bolhas de gás é inibida. O conteúdo ruminal misturado aos gases apresenta-se com aspecto de espuma, porém algum gás livre pode estar presente, sabendo que a eructação é induzida pelo estímulo provocado por certa quantidade de gás livre presente na região do cárdia, o animal fica incapacitado de eructar se o conteúdo ruminal com espuma está presente, fazendo com que a pressão intrarruminal aumente. Essa disfunção tem correlação direta com o fator nutricional com o consumo de leguminosas, como a alfafa ou excesso de concentrado em sua dieta.

O timpanismo espumoso em bovinos desenvolve-se mais lentamente do que o gasoso e geralmente torna-se crônico e recorrente, já em animais mantidos confinados, sua prevalência é maior do que a forma gasosa, mas o índice de mortalidade é baixo (Nagaraja et al., 1998).

E a secundária é classificada como gasosa, onde o animal tem dificuldades de expulsar os gases gerados no ambiente ruminal, sendo eles CO₂ e metano, causando dificuldades em realizar a eructação, acometida devido a obstrução esofágica aguda por corpos estranhos e estenose física ou funcional do esôfago, que traz uma dificuldade respiratória e circulatória, podendo ocasionar asfixia, causando uma dilatação no rúmen devido a elevada produção de AGCC e queda brusca de pH, podendo até levar o animal a uma acidose metabólica, e até mesmo a morte (Panziera et al., 2016).

A laminite bovina é dada por uma inflamação das estruturas sensíveis da parede dos cascos dos animais, causando lesões como deformidades, dores e gerando danos irreversíveis nos animais, quando o animal está acometido, se nota pelas regiões da sola do casco, uma vez que ele é composto de um tecido mais claro

do que as outras regiões do casco, quando é detectado a doença, essa área da região cria uma forma de hemorragia, onde, se encontra sangue acumulado nessa região (Mikucki, 2017).

Segundo Mikucki, (2017) outros fatores que podem ocasionar o aparecimento dessa doença nos animais, tanto macho quanto fêmeas, são variados, como o terreno onde o animal está localizado, onde, solos seco e piçarra (rocha sedimentar argilosa estratificada, altamente endurecida) podem causa lesões na sola, principalmente quando se tem o casco amolecido devido a má formação, por isso nesse sentido, se faz necessário, se ter o equilíbrio entre o desgaste e o crescimento do tecido córneo do casco, realizando então a manutenção das áreas ou piquetes para se diminuir os indícios de lesões nos animais.

Há uma suposição da relação entre laminite e acidose ruminal que consiste na associação da redução brusca do pH ruminal ocorrendo a morte das bactérias gram-negativas, liberando lipopolissacarídeos (LPS) que é uma molécula constituinte da membrana das bactérias gram-negativas e, após sua ligação com o receptor TLR4 ocorre a ativação de diversas vias de sinalização as quais aumentam a produção e secreção de moléculas pró-inflamatórias, o LPS é então liberado da parede celular das bactérias no organismo do animal, além disso, diversas substâncias vasoativas são produzidas no trato gastrointestinal (TGI), como histamina, tiramina e ácido láctico, prejudicando assim, a perfusão tecidual da derme e epiderme (Albuquerque, 2023).

Ao atingir a corrente sanguínea, as endotoxinas e outras substâncias vasoativas podem ativar os mecanismos da imunidade inata, alterando a microcirculação da região do casco, gerando uma inflamação das lâminas de cório do casco do animal, que acabam lesionando a derme e epiderme do animal, além de ocorrer a má formação da camada córnea, e afetam economicamente os produtores pela perda desses animais. Essa disfunção pode ocorrer tanto pelo ambiente que o animal se encontra como também muitas das vezes nutricionalmente, pelo excesso de alimentos altamente fermentáveis, elevando os níveis de ácido láctico e reduzindo drasticamente o pH. Outras doenças podem vir a aparecer, como fissuras de linha branca, hemorragia, entre outros, e tudo isso está interligado com a maior ingestão de grão e menor ingestão de fibras (Mikucki, 2017).

A acidose ruminal é classificada como um distúrbio fermentativo, e ocorre quando os animais consomem uma alta ingestão de carboidratos de rápida degradação em quantidades suficientes para causar acúmulo não fisiológico de ácidos

no rúmen, ocasionando a redução do pH ruminal, onde o pH de 5,6 é considerado referência para acidose ruminal, já uma faixa de pH de 5,0 a 5,6 é considerada SARA ou crônica, e pH abaixo de 5,0, aproximando-se de 4,5 ou menos, é considerado acidose aguda, Nagaraja e Titgemeyer (2007).

Segundo Tayyab et al. (2022) na produção leiteira a quantidade de litros de leite produzido pelas vacas mantém-se em ascensão em escala mundial, levando ao fato do aumento das necessidades nutricionais, o que exige a inclusão de ingredientes nas dietas com uma quantidade maior de grãos, cereais e outros alimentos concentrados conforme a demanda dessa produção, assim, oferecendo a esses animais grandes quantidades de amido facilmente degradável, porém, que podem levar a efeitos negativos no metabolismo ruminal.

Na produção leiteira se tem como um dos principais fatores que podem vir a comprometer a produção e até mesmo o desempenho animal a SARA, um distúrbio metabólico causado por alimentos altamente fermentáveis e economicamente impactante na produção, no qual, essa disfunção se dá ao acúmulo de AGCC reduzindo o pH do ambiente ruminal e, conseqüentemente, reprime o consumo de fibras, diminuindo o consumo, levando a uma queda na produção de leite e em sua qualidade, e até mesmo, causando enfermidades aos animais (Yang e Beauchemin, 2006).

Como a SARA é um fator desfavorável, devido que sua presença tem potencial de reduzir a proliferação de bactérias fibrolíticas, degradadoras de fibra, conseqüentemente, lesionando a digestão do material volumoso, reduzindo a produção de leite, trazendo perdas econômicas, desse modo, se faz necessário trabalhar com tamanhos de partículas adequadas na dieta desses animais, para que haja a mitigação da SARA e manter o ambiente ruminal saudável, uma vez que, o uso de partículas longas, promovem uma maior produção de saliva, auxiliando no tamponamento ruminal (Yang e Beauchemin, 2009).

Gentry et al. (2016) relata que se deve realizar mais trabalhos sobre as características da fibra e comportamento de ruminação, uma vez que são essenciais para padronizar a ruminação, bem como o comportamento do animal e características do volumoso como taxa de inclusão e o tamanho de partículas, que deve gerar ruminação mantendo e melhorando desempenho além de prevenir problemas metabólicos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão da presente revisão de literatura foram realizados utilizando os seguintes artigos científicos para desempenho produtivo em bovinos de corte: Addah et al. (2015), Gentry et al. (2016) e Pereira et al. (2021). Para desempenho produtivo em bovinos leiteiros: Yang e Beauchemin (2005), Li et al. (2020), Yang e Beauchemin (2009). Para pH ruminal: Addah et al. (2015), Chibisa et al. (2020), Yang e Beauchemin (2005). Para características de carcaça: Pereira et al. (2021) e Gentry et al. (2016) e para AGCC: Addah et al. (2015), Chibisa et al. (2020), Yang e Beauchemin (2005).

4.1. Desempenho produtivo em bovinos de corte

No experimento realizado por Addah et al. (2015) foram utilizados 80 novilhos confinados, e dentre os resultados, foi observado efeito ($P = 0,001$; Figura 1, painel A) da inclusão do FDNfe sobre o CMS, bovinos alimentados com 10,7% de FDNfe apresentaram maior CMS quando comparado aos animais suplementados com 7,1% de FDNfe. Porém, não houve efeito (GPD; $P = 0,46$; Figura 1, painel B) do fornecimento de 7,1 e 10,7% de FDNfe sobre o ganho de peso diário e eficiência alimentar (EA; $P = 0,77$; Figura 1, painel C).

No experimento conduzido por Gentry et al. (2016) foram utilizados 54 novilhos mestiços, com 337 kg de peso corporal (PC) de chegada, foram recebidos no confinamento Texas A&M AgriLife Research/USDA-ARS em Bushland no Texas, no ano de 2015. Como resultados do experimento, observou-se que houve um maior efeito ($P = 0,03$; Figura 2, painel A) aumentando o CMS para os animais que foram suplementados com 11,29% de FDNfe, quando comparado as inclusões de 11,4 e 13% de FDNfe. No entanto, não houve efeito ($P = 0,17$; Figura 2, painel B) sobre o GPD para os animais suplementados com as inclusões de 11,40, 11,29 e 13% de FDNfe e EA ($P = 0,10$; Figura 2, painel C).

No experimento realizado por Pereira et al. (2021) conduzido na Universidade de Saskatchewan (Clavet, SK, Canadá), foram usados 450 novilhos mestiços comerciais de um ano de idade, com PC de 432 kg e foram alocados em 30 baias (15 novilhos por baia), foi realizado o delineamento em blocos inteiramente casualizado com arranjo fatorial $2 \times 2 + 1$ dos tratamentos. E com base nos resultados, foi observado que não houve efeito significativo ($P = 0,46$, Figura 3, painel A) sobre o CMS para os animais suplementados com a inclusão de 13,52 e 13,58% de FDNfe,

GPD ($P = 0,26$; Figura 3, painel B) e EA ($P = 0,57$; Figura 3, painel C).

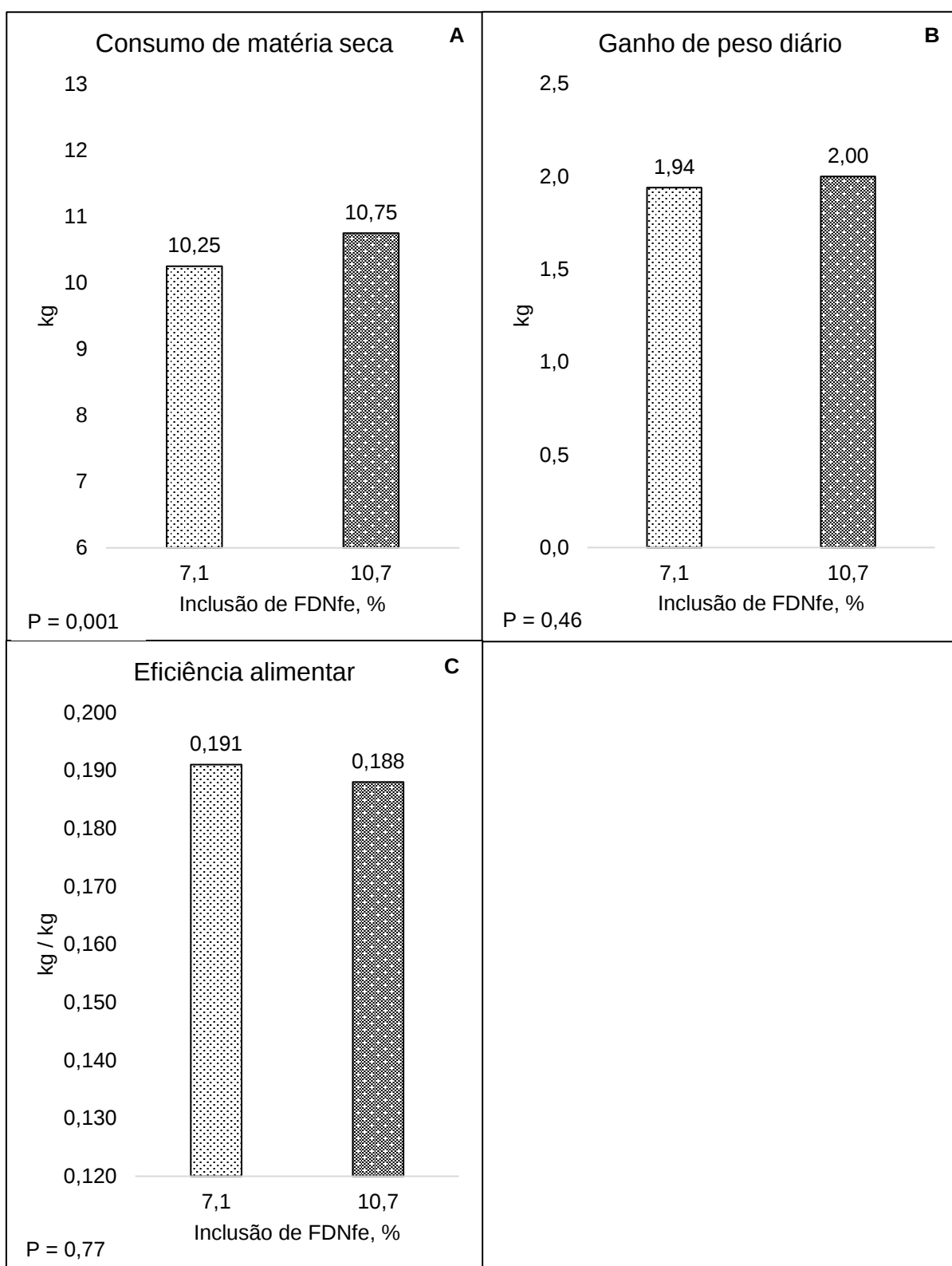


Figura 1. Consumo de matéria seca (painel A), ganho de peso diário (painel B) e eficiência alimentar (painel C) de bovinos alimentados com 7,1 e 10,7% de FDNfe (Addah et al., 2015).

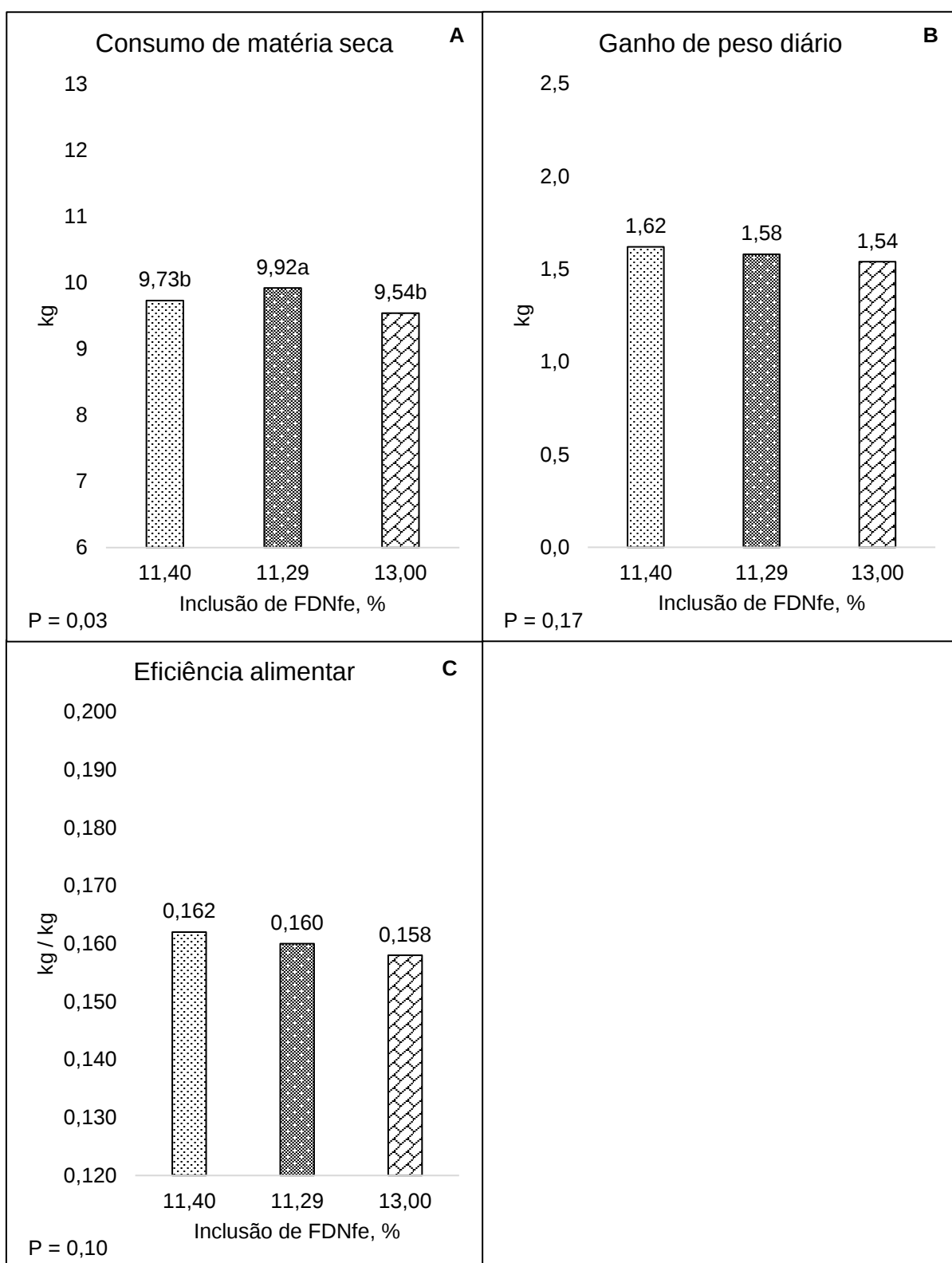


Figura 2. Consumo de matéria seca (painel A), ganho de peso diário (painel B) e eficiência alimentar (painel C) de bovinos alimentados com 11,40, 11,29 e 13% de FDNfe (Gentry et al., 2016).

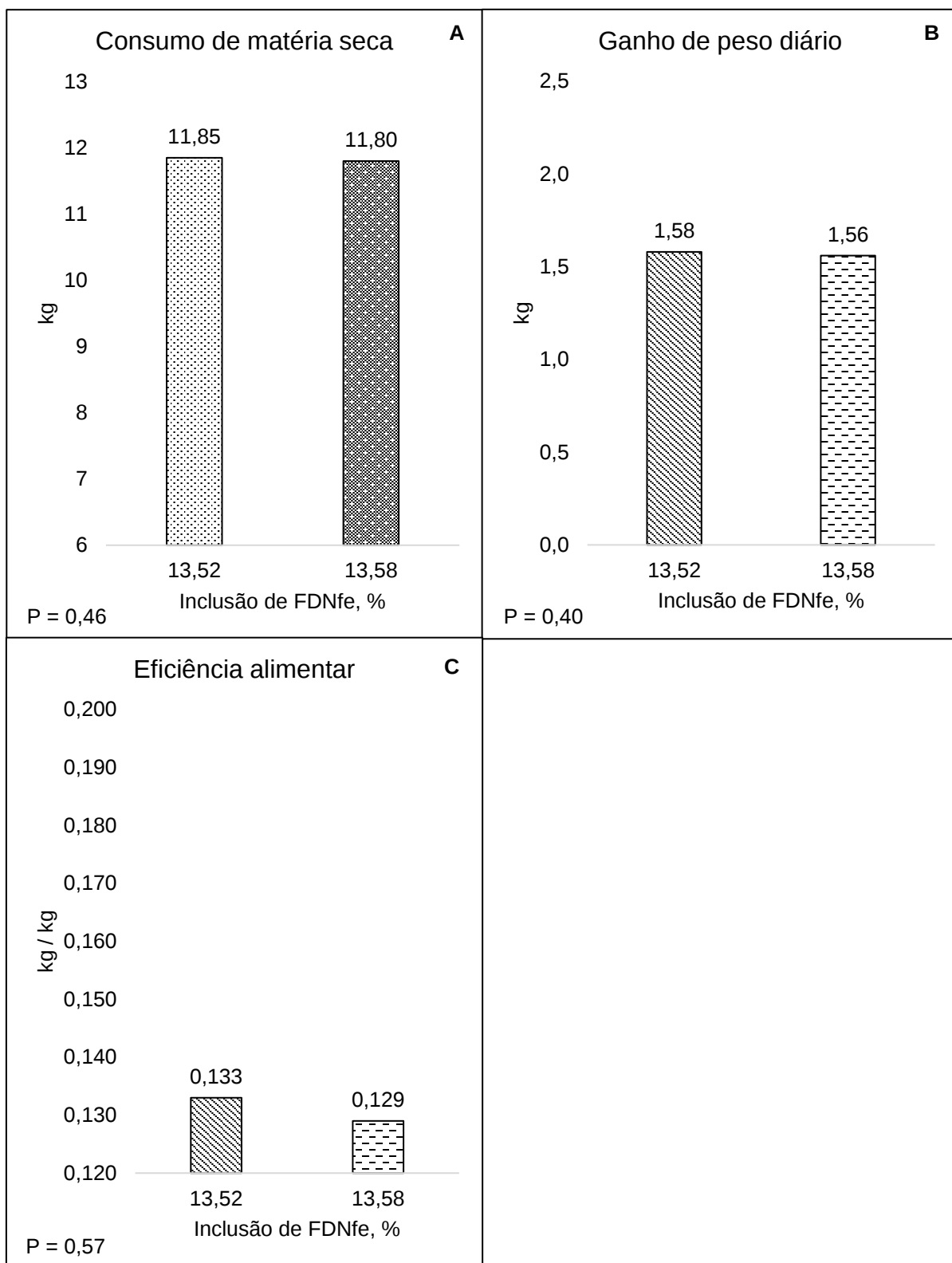


Figura 3. Consumo de matéria seca (painel A), ganho de peso diário (painel B) e eficiência alimentar (painel C) de bovinos alimentados com 13,52 e 13,58% de FDNfe (Pereira et al., 2021).

4.2. Desempenho produtivo em bovinos leiteiros

No experimento conduzido por Yang e Beauchemin (2005) foram utilizadas 6 vacas holandesas em lactação, essas vacas foram equipadas com cânulas ruminais de 10cm de diâmetro e eram confeccionados em plástico macio (Bar Diamond, Parma, ID) e pesam em média 622 kg PC, foi feito em quadrado latino replicado 3 x 3, distribuídas aleatoriamente em baias individuais. Foi observado que não houve efeito ($P > 0,15$; Figura 4, painel A) no CMS para os animais que foram suplementados com 8,9, 10,3 e 11,5% de FDNfe, produção de leite ($P > 0,15$; Figura 4, painel B), e gordura do leite ($P > 0,15$; Figura 4, painel C).

Segundo Yang e Beauchemin (2005) o fato de não ter obtido resultado entre os teores de FDNfe se dá devido a variabilidade na produção de leite entre as vacas, parte porque foram utilizadas vacas multíparas e primíparas, sendo que as mesmas foram canuladas e os períodos experimentais foram curtos, portanto, não foi possível detectar significância estatística.

O teor de gordura do leite nesse experimento foi de 2,88, 2,67 e 3,02% para as dietas de 11,5, 10,3 e 8,9% de FDNfe, valores relativamente abaixo do esperado, devido ao baixo pH ruminal e a baixa proporção de acetato para propionato (Yang e Beauchemin, 2005).

No experimento realizado por Li et al. (2020) foram utilizadas 12 vacas leiteiras no meio da lactação, em média 644 kg de PC médio, incluindo 4 vacas intactas, 4 canuladas no rúmen e 4 vacas canuladas no rúmen e duodeno, sendo o experimento desenhado como múltiplos quadrado latinos 4 x 4 com um arranjo fatorial 2 x 2 de tratamentos. No experimento foi observado que não houve efeito ($P = 0,26$; Figura 5, painel A) no CMS para os animais que foram suplementados com 25,45 e 26,25% de FDNfe, produção de leite ($P = 0,30$; Figura 5, painel B), e gordura do leite ($P = 0,88$; Figura 5, painel C).

No experimento realizado por Yang e Beauchemin (2009) foram usadas 8 vacas em lactação canuladas no rúmen (10 cm de diâmetro, Bar Diamond, Parma, ID) foi desenhado como um quadrado latino 4 x 4 replicado com um arranjo fatorial 2 x 2 de tratamentos. Foi observado que não houve efeito significativo ($P > 10$; Figura 6, painel A) no CMS para os bovinos alimentados com 23,1, 24,3, 27,8 e 28,2% de FDNfe, produção de leite ($P > 10$; Figura 6, painel B) e gordura do leite ($P > 10$; Figura 6, painel C).

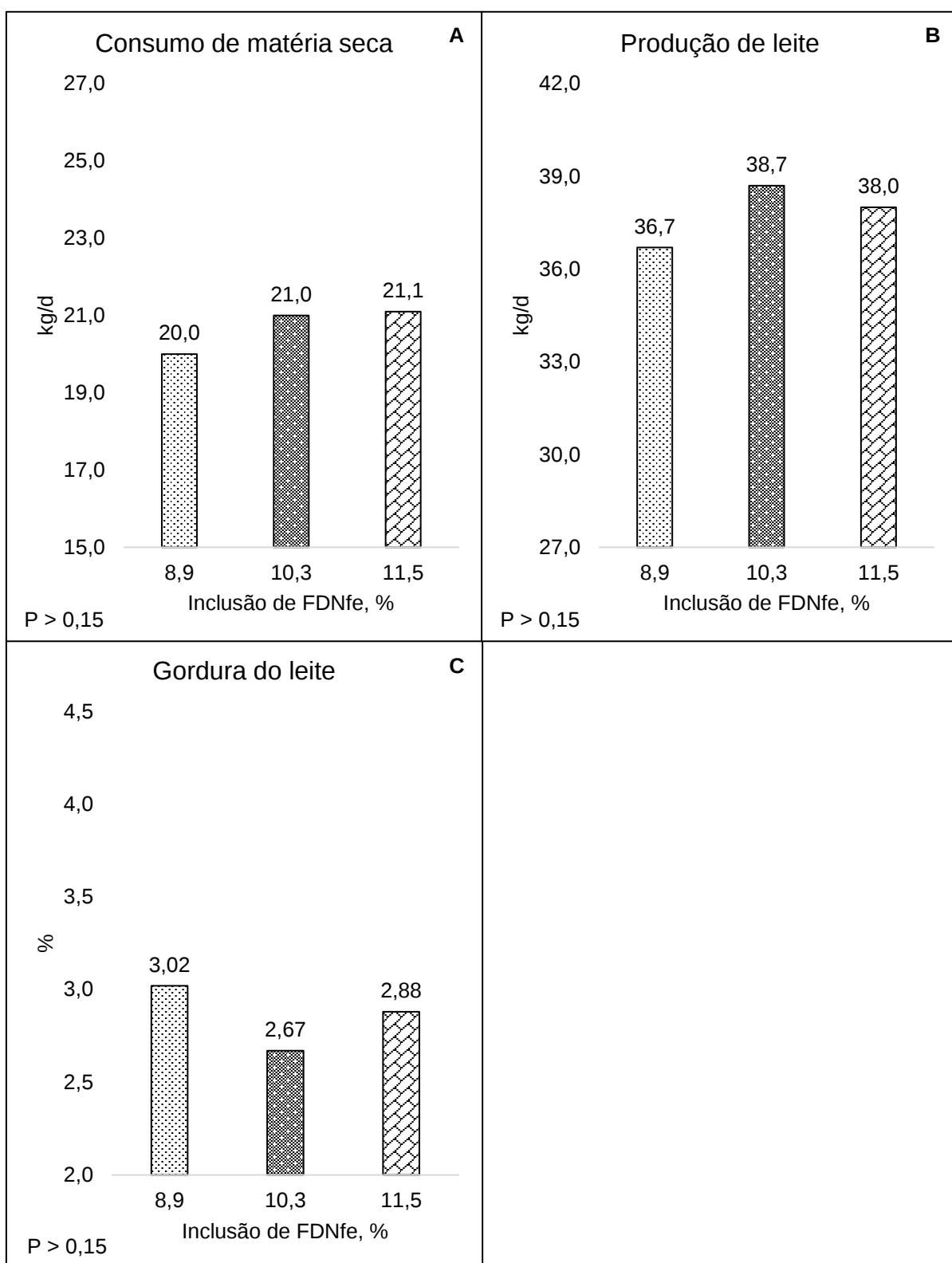


Figura 4. Consumo de matéria seca (painel A), produção de leite (painel B), gordura do leite (painel C) de bovinos alimentados com 8,9, 10,3 e 11,5% de FDNfe (Yang e Beauchemin, 2005).

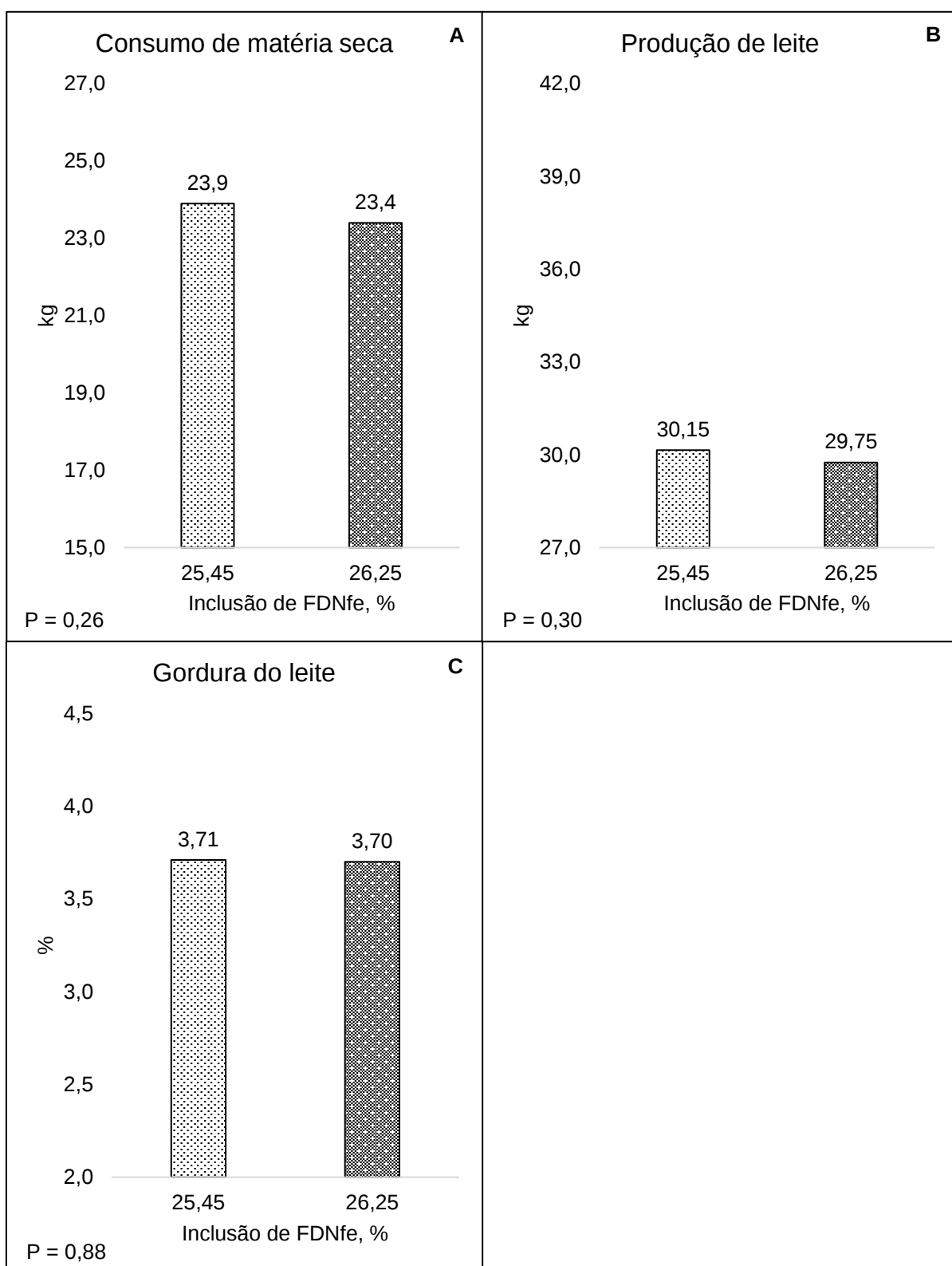


Figura 5. Consumo de matéria seca (painel A), produção de leite (painel B), gordura do leite (painel C) de bovinos alimentados com 25,45 e 26,25% de FDNfe (Li et al., 2020).

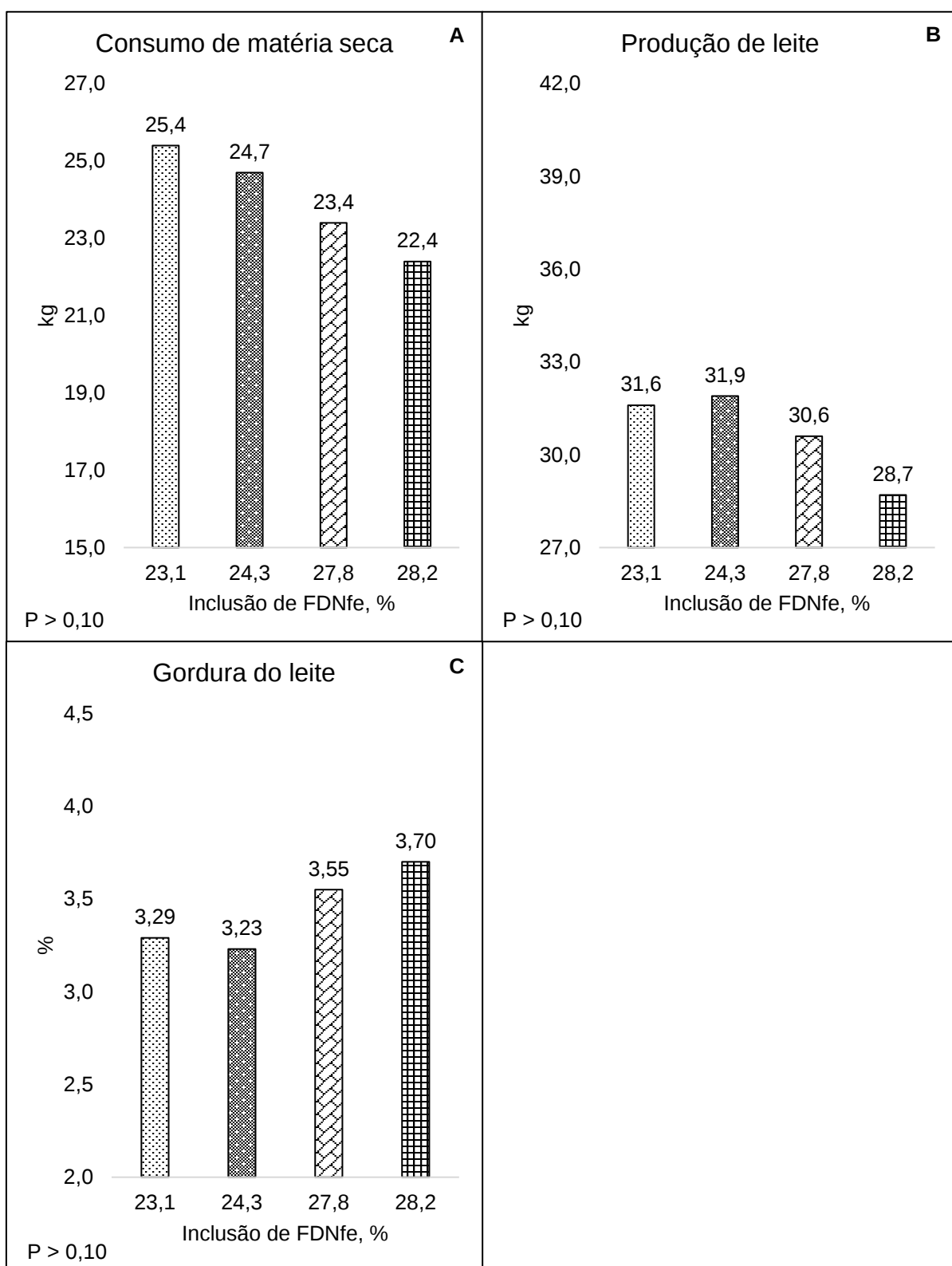


Figura 6. Consumo de matéria seca (painel A), produção de leite (painel B), gordura do leite (painel C) de bovinos alimentados com 23,1, 24,3, 27,8 e 28,2% de FDNfe (Yang e Beauchemin, 2009).

4.3. pH ruminal em bovinos de corte e leite

No experimento conduzido por Addah et al. (2015) foram utilizados 80 novilhos confinados, e dentre os resultados, foi observado que houve efeito ($P = 0,002$; Figura 7, painel A) no pH médio dos animais suplementados com a inclusão de 7,1% de FDNfe, sendo o pH mais alto comparado ao pH da inclusão de 10,7% de FDNfe. Já para pH mínimo ($P = 0,53$; Figura 7, painel B) e pH máximo ($P = 0,01$; Figura 7, painel C) não houve efeito das inclusões de 7,1 e 10,7% de FDNfe.

No experimento realizado por Chibisa et al. (2020) foram usadas 8 novilhas mestiças com fístulas no rúmen, com 653 kg em média, o delineamento usado foi o quadrado latino replicado 4 x 4 com período de 28 dias. No experimento realizado foi observado que o aumento da inclusão de 20,6, 21,0 22,1 a 23,2% de FDNfe afetou de forma quadrática o pH médio ($P = 0,007$; Figura 8, painel A) e pH mínimo ($P = 0,011$; Figura 8, painel B), porém, afetou de forma linear o pH máximo ($P \geq 0,26$; Figura 8, painel C), onde, conforme o aumento da inclusão, elevou os níveis de pH.

No experimento realizado por Beauchemin e Yang (2005) foram utilizadas 6 vacas holandesas em lactação, essas vacas foram equipadas com cânulas ruminais de 10cm de diâmetro e eram confeccionados em plástico macio (Bar Diamond, Parma, ID) e pesam em média 622 kg PC, foi feito em quadrado latino replicado 3 x 3, distribuídas aleatoriamente em baias individuais. Foi observado que não houve efeito significativo ($P > 0,15$; Figura 9, painel A) sobre o pH médio de bovinos suplementados com as inclusões de 8,9, 10,3 e 11,5% de FDNfe, pH mínimo ($P > 0,15$; Figura 9, painel B) e pH máximo ($P > 0,15$; Figura 9, painel C).

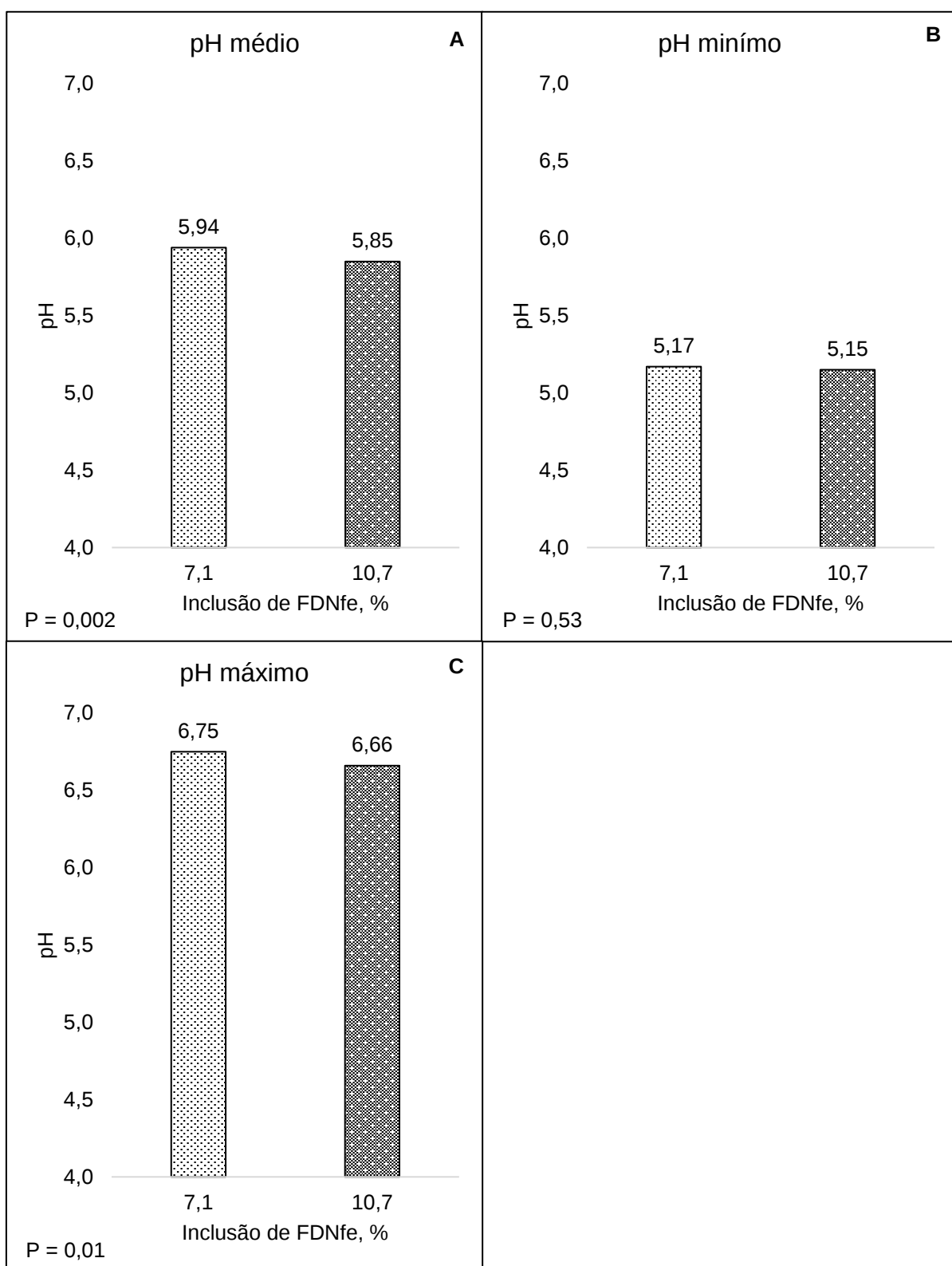


Figura 7. pH médio (painel A), pH mínimo (painel B), pH máximo (painel C) de bovinos de corte alimentados com 7,1 e 10,7% de FDNfe (Addah et al., 2015).

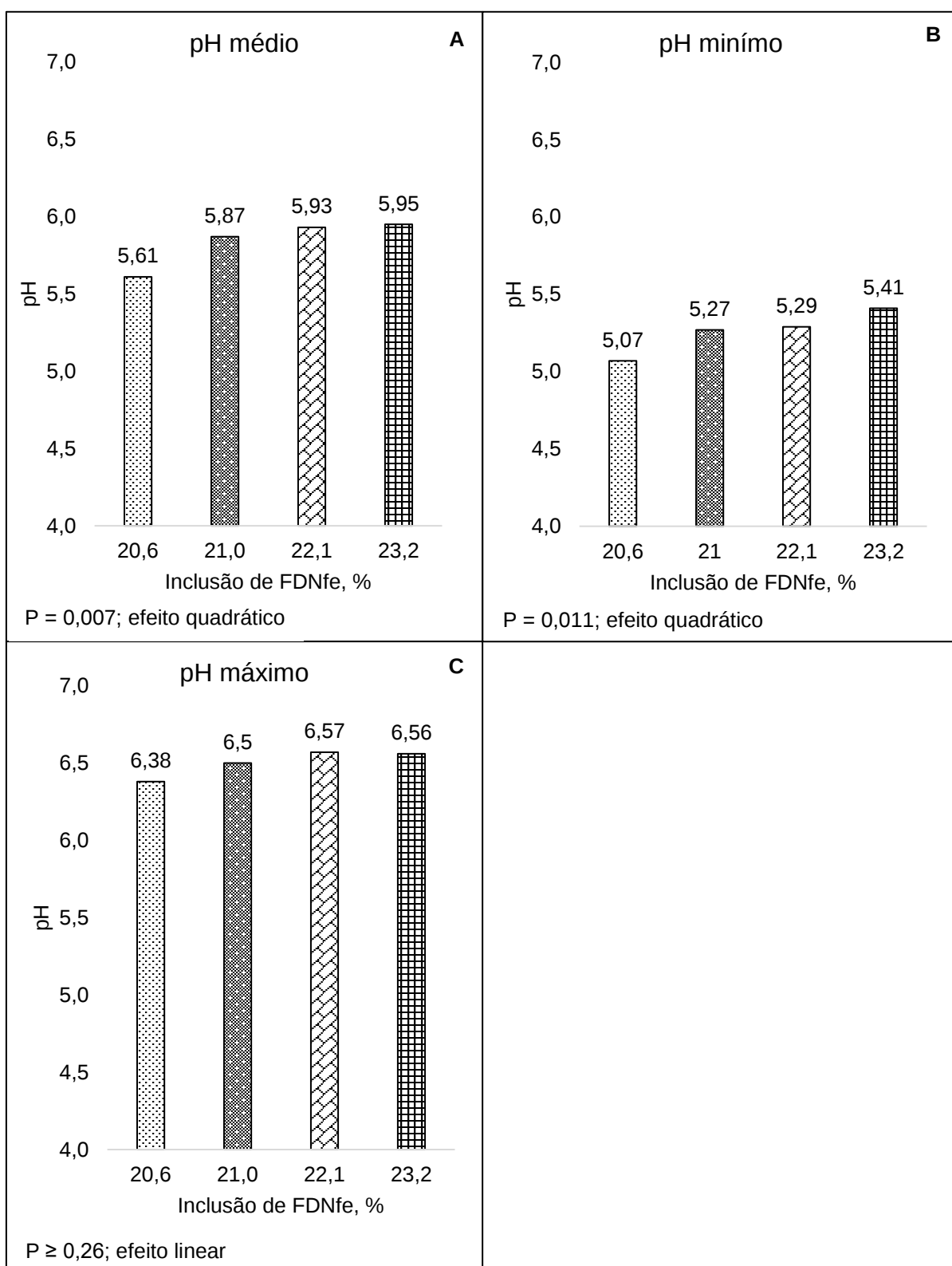


Figura 8. pH médio (painel A), pH mínimo (painel B), pH máximo (painel C) de bovinos alimentados com 20,6, 21,0 22,1 e 23,2% de FDNfe (Chibisa et al., 2020).

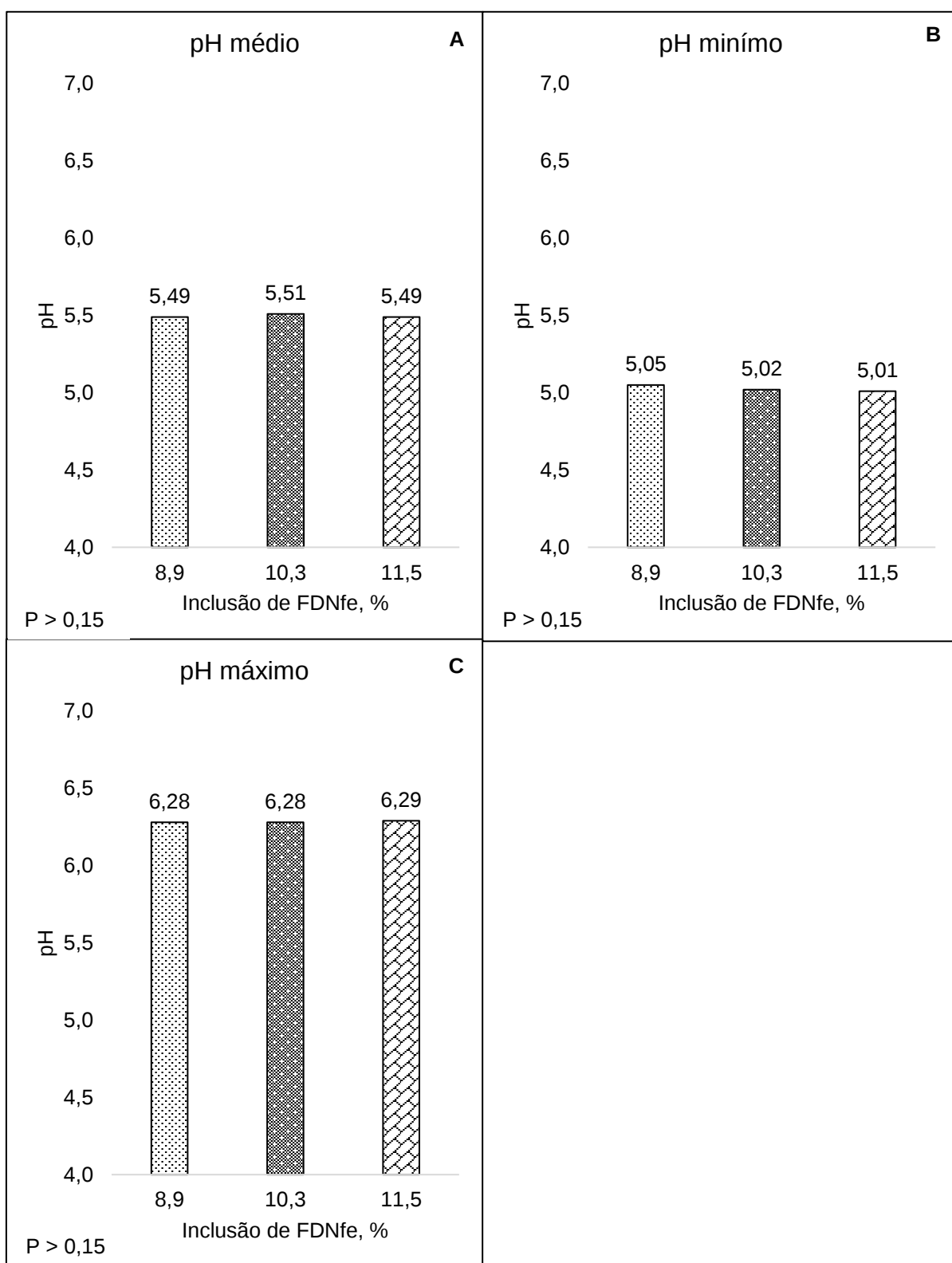


Figura 9. pH médio (painel A), pH mínimo (painel B), pH máximo (painel C) de bovinos leiteiros alimentados com 8,9, 10,3 e 11,5% de FDNfe (Beauchemin e Yang, 2005).

4.4. Características de carcaça

No experimento realizado por Pereira et al. (2021) conduzido na Universidade de Saskatchewan (Clavet, SK, Canadá), foram usados 450 novilhos mestiços comerciais de um ano de idade, com PC de 432 kg e foram alocados em 30 baias (15 novilhos por baia), foi realizado o delineamento em blocos inteiramente casualizado com arranjo fatorial $2 \times 2 + 1$ dos tratamentos. Com base nos resultados, não houve efeito significativo ($P = 0,57$, Figura 10, painel A) no rendimento de carcaça em bovinos alimentados com a inclusão de 13,52 e 13,58% de FDNfe, e peso de carcaça quente ($P = 0,10$; Figura 10, painel B).

No experimento realizado por Gentry et al. (2016) foram utilizados 54 novilhos mestiços, com 337 kg de peso corporal (PC) de chegada, foram recebidos no confinamento Texas A&M AgriLife Research/USDA-ARS em Bushland no Texas, no ano de 2015. Foi observado efeito ($P = 0,01$; Figura 11, painel A) no rendimento de carcaça para os animais suplementados com a inclusão de 11,4 e 11,29% FDNfe, onde, obtiveram uma maior porcentagem rendimento de carcaça do que os animais que receberam 13,0% de FDNfe. Da mesma forma houve efeito significativo ($P = 0,10$; Figura 11, painel B) sobre peso de carcaça quente para bovinos alimentados com 11,29% de FDNfe, no qual, adquiriram um peso de carcaça quente maior quando comparado com bovinos alimentados com 13,0% de FDNfe, e sendo os bovinos que receberam 11,4% de FDNfe os intermediários.

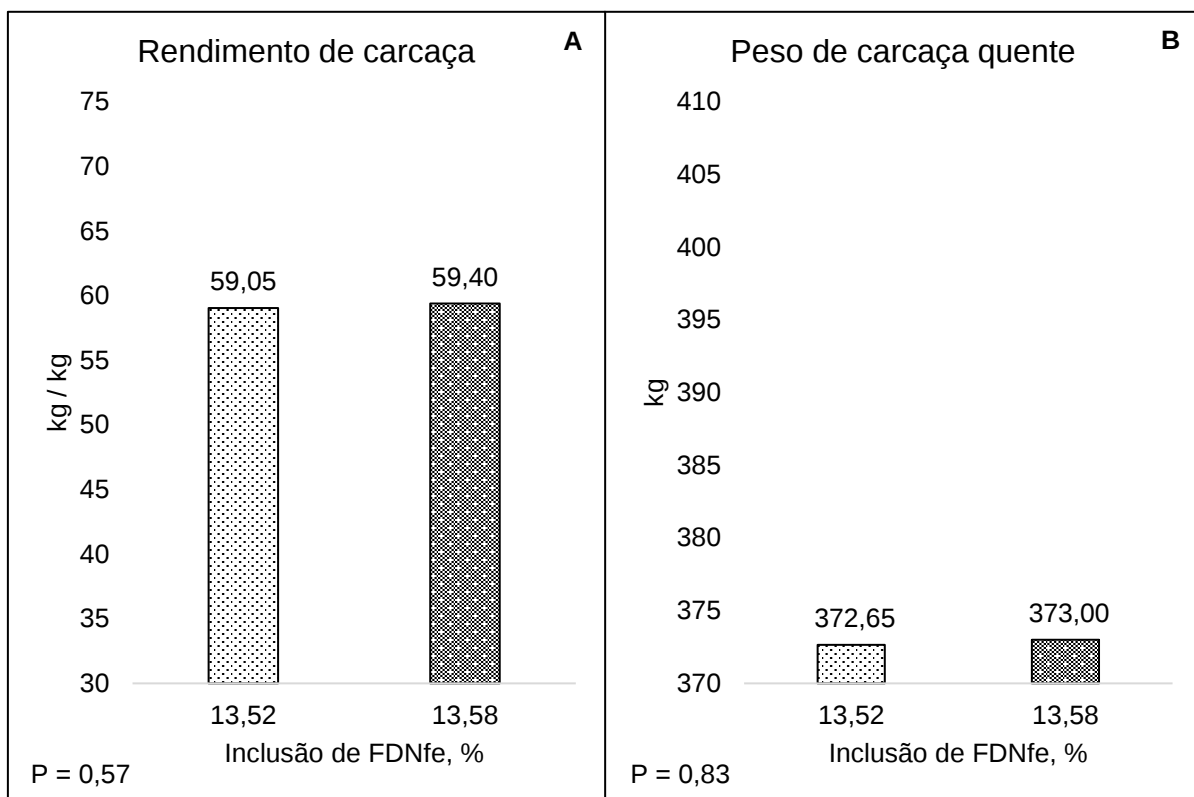


Figura 10. Rendimento de carcaça (painel A), peso de carcaça quente (painel B) de bovinos alimentados com 13,52 e 13,58% de FDNfe (Pereira et al., 2021).

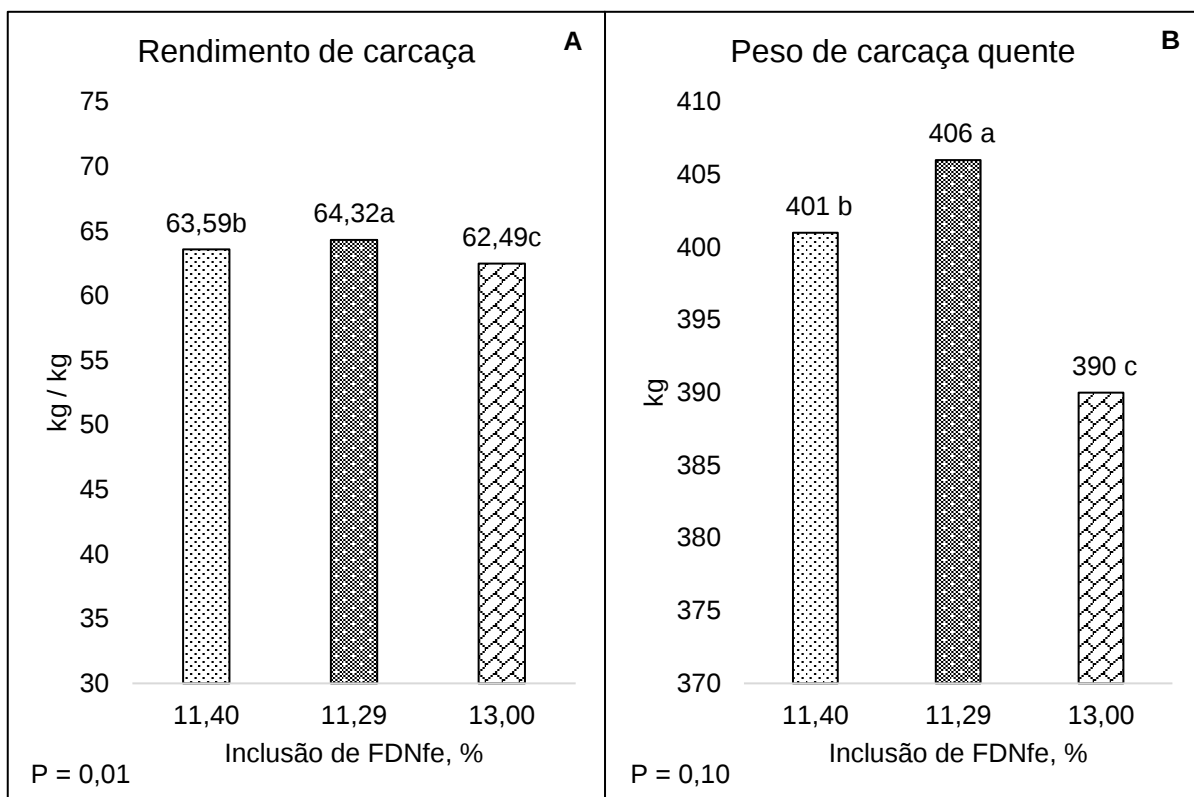


Figura 11. Rendimento de carcaça (painel A), peso de carcaça quente (painel B) de bovinos alimentados com 11,40, 11,29 e 13% de FDNfe (Gentry et al., 2016).

4.5. Produção de ácidos graxos de cadeia curta em bovinos de corte e leite.

No experimento realizado por Addah et al. (2015) foram utilizados 80 novilhos confinados, e dentre os resultados, foi observado que não houve efeito ($P < 0,05$; Figura 12, painel A) da inclusão de 7,1 e 10,7% FDNfe sobre a produção de acetato, produção de propionato ($P < 0,05$; Figura 12, painel B) e concentração total de AGCC ($P < 0,05$; Figura 12, painel C).

No experimento realizado por Chibisa et al. (2020) foram usadas 8 novilhas mestiças com fístulas no rúmen, com 653 kg em média, o delineamento usado foi o quadrado latino replicado 4 x 4 com período de 28 dias. Foi observado que houve efeito ($P \leq 0,05$; Figura 13, painel A) na produção de acetato de forma quadrática conforme aumentou a inclusão de FDNfe, onde bovinos suplementados com a inclusão de 23,2% de FDNfe teve uma produção maior de acetato comparado as inclusões de 20,6, 21, 22,1% de FDNfe, porém, não houve efeito ($P < 0,05$, Figura 13, painel B) na produção de propionato em bovinos suplementados com as inclusões de 20,6, 21, 22,1 e 23,2% de FDNfe, e concentração total de AGCC ($P < 0,05$; Figura 13, painel C).

No experimento realizado por Beauchemin e Yang (2005) foram utilizadas 6 vacas holandesas em lactação, essas vacas foram equipadas com cânulas ruminais de 10cm de diâmetro e eram confeccionados em plástico macio (Bar Diamond, Parma, ID) e pesam em média 622 kg PC, foi feito em quadrado latino replicado 3 x 3, distribuídas aleatoriamente em baias individuais. Foi observado que não houve efeito significativo ($P > 0,15$; Figura 14, painel A) na produção de acetato em bovinos alimentados com a inclusão de 8,9, 10,3 e 11,5% de FDNfe, porém, foi observado efeito linear ($P = 0,04$, Figura 14, painel B) no aumento da produção de propionato quando se teve a redução de 11,5 para 8,9% de FDNfe, onde bovinos alimentados com a inclusão de 8,9% de FDNfe tiveram um aumento de 28,3 para 32,1mol/100mol, e o mesmo efeito ($P = 0,04$, Figura 14, painel C) foi observado para os animais suplementados com 8,9% de FDNfe ocorrendo o aumento da concentração total de AGCC com aumento linear de 122,6 para 132,7mol/100mol.

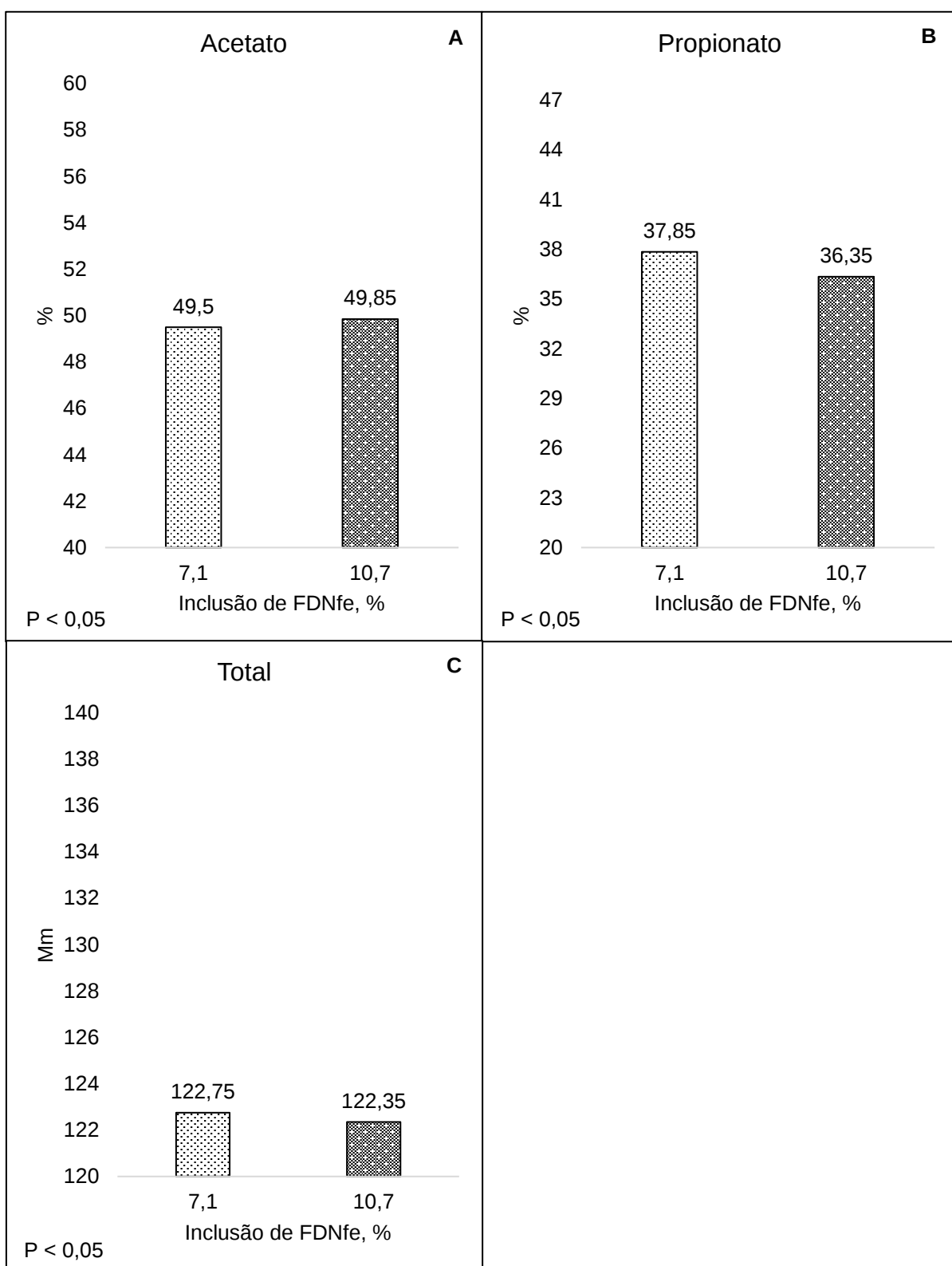


Figura 12. Acetato (painel A), propionato (painel B) e total (painel C) de bovinos de corte alimentados com 7,1 e 10,7% de FDNfe (Addah et al., 2015).

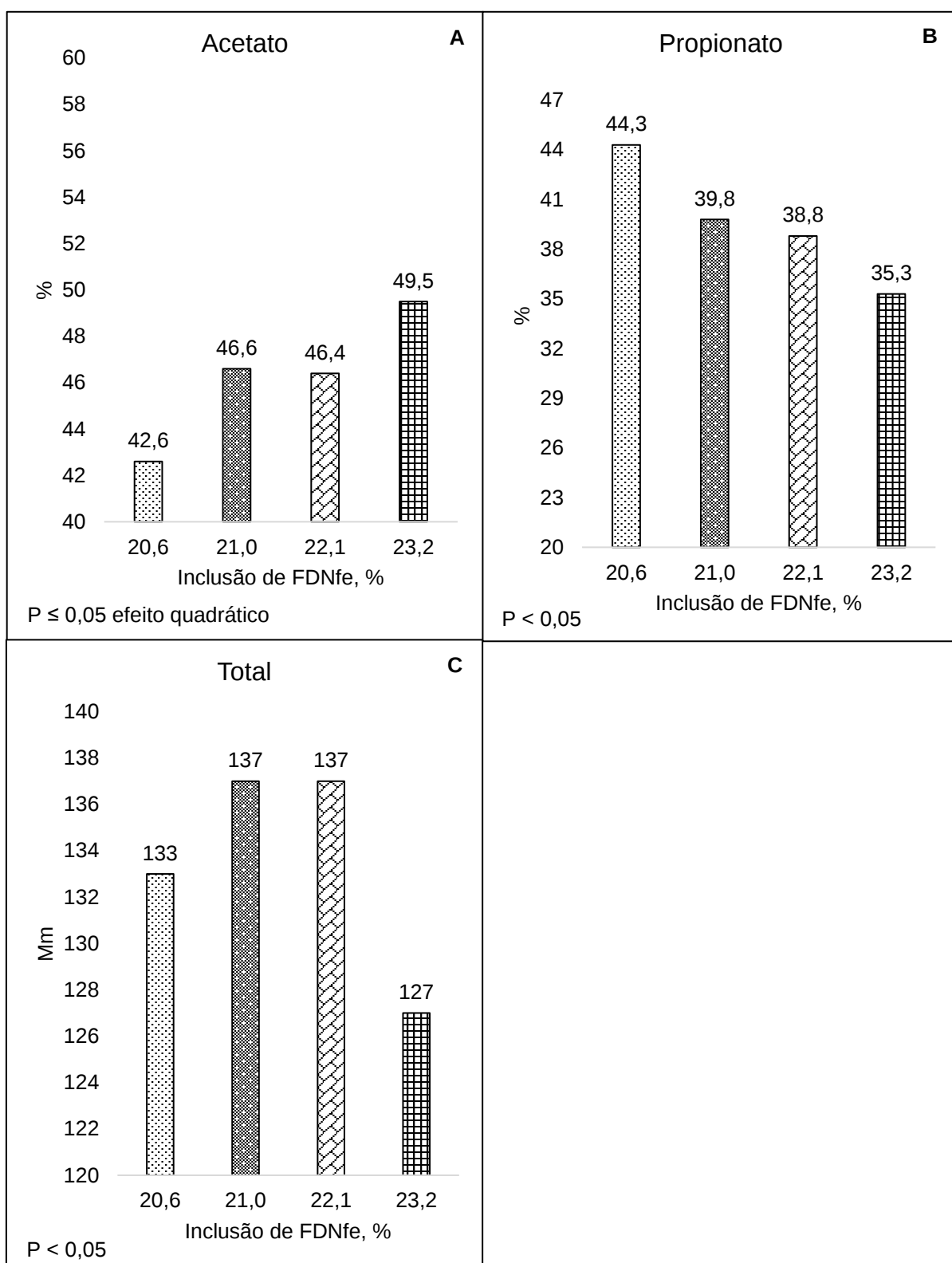


Figura 13. Acetato (painel A), propionato (painel B) e total (painel C) de bovinos alimentados com 20,6, 21, 22,1 e 23,2% de FDNfe (Chibisa et al., 2020).

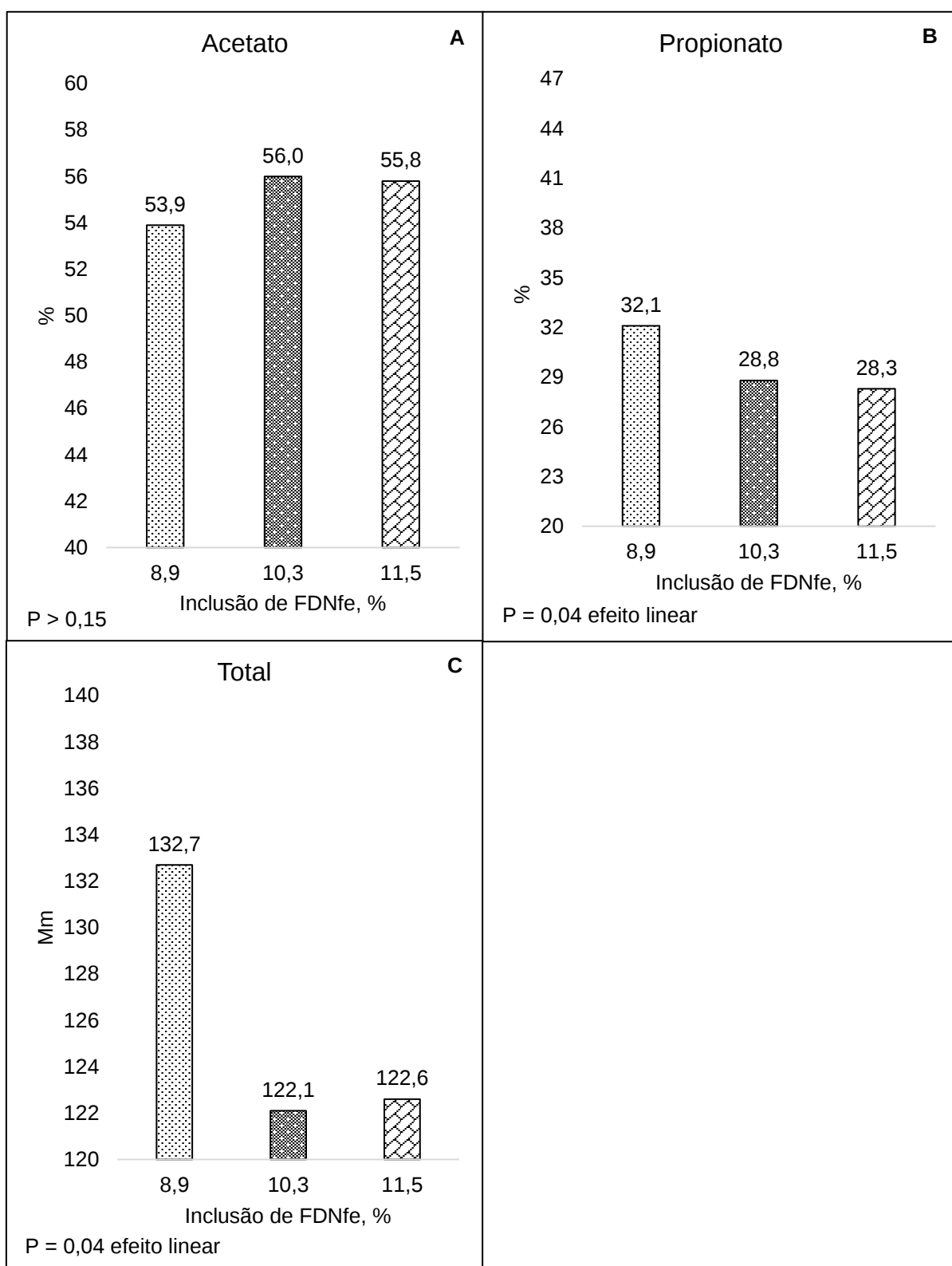


Figura 14. Acetato (painel A), propionato (painel B) e total (painel C) de bovinos leiteiros alimentados com 8,9, 10,3 e 11,5% de FDNfe (Beauchemin e Yang, 2005).

5. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que diferentes inclusões de FDNfe afetam, de forma positiva ou negativa, o desempenho produtivo em bovinos de corte e leite, características de carcaça e fermentação ruminal.

Não foi possível determinar uma melhor inclusão de FDNfe para as características avaliadas, devido à alta variabilidade das inclusões, diferentes aptidões (corte e leite), diferentes fontes e inclusões de ingredientes volumosos. Além disso, foi observado uma alta variação na forma de calcular o FDNfe, apesar da metodologia para este cálculo ser consolidada, muitos autores utilizam diferentes peneiras para sua determinação, considerando apenas partículas maiores do que 8 mm, 4 mm ou 1,18 mm, o que implica diretamente sobre os resultados, fazendo com que não sejam constantes.

Sendo assim, o FDNfe se mostra uma importante variável, que deve ser considerada na formulação de dietas para bovinos de corte e leite e que merece ser mais estudada.

6. REFERÊNCIAS

- ADDAH, W., BAAH, J., OKINE, E. K., and MCALLISTER, T. A., 2015. Effect of barley silage chop length and inoculation on growth performance, feeding behavior, and ruminal acidosis in finishing feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 2015.93:2309–2321. doi:10.2527/jas2014-8247.
- ALBUQUERQUE, L. B., 2023. Laminite em bovinos: oque sabemos e oque falta saber. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/63425/1/Laminite%20em%20bovinos%20o%20que%20sabemos%20e%20o%20que%20falta%20saber.pdf>. Acesso em: 19 de junho de 2024.
- ALHADA, H. M., VALADARES, S. C., SILVA, F. F., SILVA, F. A. S., PUCETTI, P., PACHECO, M. V. C., SILVA, B. C., and TEDESCHI, L. O. 2021. Effects of including physically effective fiber from sugarcane in whole corn grains diets on the ingestive, digestive, and ruminal parameters of growing beef bulls. *Livestock Science* 248 (2021) 104508.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE - ABIEC. 2023. A pecuária do Brasil. Disponível em: https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2023-capitulo-04/#dfliip-df_5424/3. Acesso em: 30 de maio de 2024.
- BEAUCHEMIN, K. A., and YANG, W. Z. 2005. Effects of Physically Effective Fiber on Intake, Chewing Activity, and Ruminal Acidosis for Dairy Cows Fed Diets Based on Corn Silage. *J. Dairy Sci.* 88:2117–2129.
- BEVANS, D. W., BEAUCHEMIN, K. A., SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S., MCKINNON, J. A., and MCALLISTER, T. A. 2005. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 83:1116–1132.
- BROME, L. M. 2022. Digestão do amido em vacas leiteiras: Revisão bibliográfica. Jaboticabal. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/28859a9c-f03b-4e4a-aaba-b55cc4121142/content>. Acesso em: 15 de abril de 2024.
- BUGONI, M 2022. Nutritional strategies to increase productive performance in dairy cows: I. Exogenous enzymes as feed additives. II. Malt extract replacing corn in the diet. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2022.
- CAETANO, M., GOULART, R. S., RIZZO, P. M., SILVA, S. L., DROUILLARD, J. S., LEME, P. R., and LANNA, D. P. D. 2019. Impact of flint corn processing method and dietary starch concentration on finishing performance of Nellore bulls. *Anim. Feed Sci. Technol.* 251:166-175.
- CAETANO, M., R. S. GOULART, S. L. SILVA, J. S. DROUILLARD, P. R. LEME., and LANNA, D. P. D. 2015. Effect of flint corn processing method and roughage level on finishing performance of Nellore-based cattle. *J. Anim. Sci.* 93:4023-4033.

- CHIBISA, G. E., BEAUCHEMIN, K. A., KOENIG, K. M., and PENNER, G.B. 2020. Optimum roughage proportion in barley-based feedlot cattle diets: total tract nutrient digestibility, rumination, ruminal acidosis, short-chain fatty absorption, and gastrointestinal tract barrier function. *Journal of Animal Science*, Vol. 98, No. 6, 1–14.
- COUTINHO, L. T., AFONSO, J. A. B., COSTA, N. A., MENDONÇA, C. L., FARIA, P. A. R., e SOARES, P. C. 2009. Avaliação da conduta terapêutica em casos de timpanismo espumoso em bovinos. *Ciência Animal Brasileira*, v. 10, n. 1, p. 288-293, jan./mar.
- DANIEL, J. L. P., BUENO, A. V. I., FILHO, F. A. P., SILVA, S. M. S., and JOBIN, C. C. 2020. Exigência de fibra para bovinos de corte em terminação. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/364388803_Exigencia_de_fibra_para_bovinos_de_corte_em_terminacao. Acesso em: 24 de maio de 2024.
- FOX, D. G., and TEDESCHI, L. O. 2002. Application of physically effective fiber in diets for feedlot cattle. In the Plains Nutrition Conference, San Antonio, TX. Texas A&M University AgriLife Research and Extension Center, Amarillo, TX. p. 67–81.
- FOX, D. G., TEDESCHI, L. O., TYLUTKI, T. P., RUSSELL, J. B., VAN AMBURGH, M. E., CHASE, L. E., PELLA, A. N., and OVERTON, T. R. 2004. The cornell net carbohydrate and protein system model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Anim Feed Sci Technol* 112, 29–78.
- GALYEAN, M. L., and DEFOOR, P. J. 2003. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 81 (E. Suppl. 2): E8–E16.
- GENTRY, W. W., WEISS, C. P., MEREDITH, C. M., MCCOLLUM, F. T., COLE, N. A., and JENNINGS, J. S. 2016. Effects of roughage inclusion and particle size on performance and rumination behavior of finishing beef steers. *J. Anim. Sci.* 2016.94:4759–4770.
- GOMES, L. L., e OLIVEIRA, C. H. A. 2021. Evolução do melhoramento genético de bovinos de corte no brasil. *Revista Diálogos Acadêmicos*. 10:54-59.
- HEINRICHS, J. 2013. The penn state particle separator. Disponível em: <https://extension.psu.edu/penn-state-particleseparator>. Acesso em: 06 de setembro de 2023.
- JENNINGS, J. S., LOCKARD, C. L., TEDESCHI, L. O., and LAWRENCE, T. E. 2020. Effects of corn stalk inclusion rate on rumination and ruminal pH in finishing beef steers. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 36:377–388.
- KONONOFF, P. J., and HEINRICHS, A. J. 2003. The effect of reducing alfalfa haylage particle size on cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 86:1445–1457.
- LI, C., BEAUCHEMIN, K. A., and YANG, W. 2020. Feeding diets varying in forage proportion and particle length to lactating dairy cows: I. Effects on ruminal pH and fermentation, microbial protein synthesis, digestibility, and milk production.
- MALAFIA, G. C., CONTINI, E., DIAS, F. R. T., GOMES, R. C., and MORAES, A. E. L. 2021. Cadeia produtiva da carne bovina: contexto e desafios futuros. Disponível

em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1132914/cadeia-produtiva-da-carne-bovina-contexto-e-desafios-futuros>. Acesso em: 06 de setembro de 2023.

MERTENS, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:1463–1481.

MERTENS, D. R. 2002. Measuring fiber and its effectiveness in ruminant diets. In proceedings of the Plains Nutrition Council Spring Meeting, San Antonio, TX, 25–26 April 2000. Texas A&M Research and Extension Center Publication No. AREC 01-20. p. 40–66.

MIKUCKI, D. A. 2017. Pattern recognition applied to the detection process for the prevention of laminitis in cattle. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/3050> Acesso em: 06 de setembro de 2023.

MILLEN, D. D., PACHECO, R. D. L., ARRIGONI, M. D. B., GALYEAN, M. L., and VASCONCELOS, J. T. 2009. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. *J. Anim. Sci.* 87:3427–3439.

NAGARAJA, T. G., and TITGEMEYER, E. C. 2007. Ruminant Acidosis in Beef Cattle: The Current Microbiological and Nutritional Outlook. *J. Dairy Sci* 90:E17–E38.

NAGARAJA, T.G., GALYEAN, M.L., and COLE, N.A. 1998. Nutrition and disease. In: STOKKA, G.L. Feedlot medicine and management. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 14, n 2, p. 257-277.

NUSSIO, C. M. B., SANTOS, F. A. P., PIRES, A. V., SIMAS, J. M. C., e ZOPOLLATTO, M. 2002. Fontes de amido de diferentes degradabilidades e sua substituição parcial por polpa de citrus em dietas para vacas leiteiras. *Acta Sci.* 24:1 079-1086.

PANZIERA, W., KONRADT, G., BASSUINO, D. M., GONÇALVES, M. A., and DRIEMEIER, D. 2016. Bloat in cattle secondary to esophageal obstruction by Citrus limon (sicilian lemon). *Pesq. Vet. Bras.* 36(5):397-400.

PEREIRA, J. R., MONTAGNAR, M. M., FLUCK, A. N., SANTIAGO, A. P., and ABBADO, M. N. CLIMATE. 2017. Effects about physiology on beef cattle *Bos taurus* x *Bos indicus*. *REDVET.* 18:1-13.

PEREIRA, M. C. S., BEAUCHEMIN, K. A., MCALLISTER, T. A., YANG, W. Z., WOOD, K. M., and PENNER, G. B. 2023. Effect of physically effective neutral detergent fiber and undigested neutral detergent fiber on eating behavior, ruminal fermentation and motility, barrier function, blood metabolites, and total tract digestibility in finishing cattle. *J. Anim. Sci.* 101:1–11.

SILVA, T. I. S., SOUZA, J. M., ACEDO, T. S., CARVALHO, V. V., PERDIGÃO, A., SILVA, L. A. F., SILVESTRE, A. M., NIEHUES, M. B., SCHLEIFER, W. F., CASALI, D. M., MARTINS, C. L., ARRIGONI, M. D. B., and MILLEN, D. D. 2023. Feedlot performance, rumen and cecum morphometrics of Nelore cattle fed increasing levels

of diet starch containing a blend of essential oils and amylase or monensin. *Front. Vet. Sci.* 10:1090097.

SILVESTRE, A. M. 2022. Estratégias Nutricionais para Otimização da Eficiência Produtiva de Bovinos Confinados. Botucatu. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/239274>. Acesso em: 06 de setembro de 2023.

SILVESTRE, A. M., and MILLEN, D. D. 2021. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. *R. Bras. Zootec.*, 50:e20200189.

SILVESTRE, A. M., PINTO, A. C. J., SCHLEIFER, W. F., MIRANDA, L.S., SILVA, L. A. F., CASALI, D. M., SOUZA, K. L.R., GASPARINI, V. G. L., CRUZ, G. D., SUEN, G., and MILLEN, D. D. 2022. Relationships of the Microbial Communities with Rumen Epithelium Development of Nellore Cattle Finished in Feedlot Differing in Phenotypic Residual Feed Intake. *Animals*, 12:820.

STOCK, R., and BRITTON, R. 1993. Acidosis in feedlot cattle. In: C. Parrott. 1993. Secondary benefits from feeding Rumensin. In: Scientific Update on Rumensin/Tylan for the Professional Feedlot Consultant. Indianapolis, IN: Elanco Animal Health; p. A1-A13.

TAYYAB, U., SINCLAIR, L. A., WILKINSON, R. G., HUMPHRIES, D. J., and REYNOLDS, C. K., 2022. Milk production, rumen function, and digestion in dairy cows fed diets differing in predominant forage and concentrate type. *J. anifeedsci*.2021.115151.

TEDESCHI, L. O., and FOX, D. G. 2018. The Ruminant Nutrition System: An Applied Model for Predicting Nutrient Requirements and Feed Utilization in Ruminants. 2nd ed. Xan Edu, Acton, MA.

YANG, W. Z., and BEAUCHEMIN, K. A. 2005. Effects of physically effective fiber on digestion and milk production by dairy cows fed diets based on corn silage. *Journal of Dairy Science* Vol. 88, No. 3. *Sci.* 88:1090–1098.

YANG, W. Z., and BEAUCHEMIN, K. A. 2005. Effects of Physically Effective Fiber on Intake, Chewing Activity and Ruminal Acidosis for Dairy Cows Fed Diets Based on Corn Silage. *Journal of Dairy Science* Vol. 88, No. 6. *Sci.* 88:2117–2129.

YANG, W. Z., and BEAUCHEMIN, K. A. 2006. Effects of physically effective fiber on chewing activity and ruminal pH of dairy cows fed diets based on barley silage. *J. Dairy Sci.* 89:217–228.

YANG, W. Z., and BEAUCHEMIN, K. A. 2009. Increasing physically effective fiber content of dairy cow diets through forage proportion versus forage chop length: Chewing and ruminal pH. *J. Dairy Sci.* 92:1603–1615.