

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE INTERESSE
ZOTÉCNICO
GUILHERME BORGES DA SILVA

BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO FONTE ALIMENTAR ALTERNATIVA
PARA RUMINANTES

GUILHERME BORGES DA SILVA

**BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO FONTE ALIMENTAR ALTERNATIVA
PARA RUMINANTES**

Trabalho de curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Produção e Utilização de Alimentos para Animais de Interesse Zootécnico do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de especialista, sob orientação do Prof. Dr. Marcelo Marcondes de Godoy.

CERES – GO

2021

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

D229b DA SILVA, GUILHERME BORGES
BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO FONTE ALIMENTAR
ALTERNATIVA PARA RUMINANTES / GUILHERME BORGES DA
SILVA; orientador Marcelo Marcondes de Godoy. --
Ceres, 2021.
17 p.

TCC (Graduação em Especialização em Produção e
Utilização de Alimentos para Animais de Interesse
Zootécnico) -- Instituto Federal Goiano, Campus
Ceres, 2021.

1. Bagaço. 2. Cana-de-açúcar. 3. Digestibilidade.
4. Fibra. 5. Subproduto. I. Marcondes de Godoy,
Marcelo, orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Guilherme Borges da Silva

Matrícula: 2019103PAA30I0097

Título do Trabalho: Bagaço de cana de açúcar como fonte alimentar alternativa de ruminantes

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 08/07/2021

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Ceres (GO), 02/07/2021.

Ciente e de acordo:

Guilherme Borges da Silva

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'G' followed by a cursive name.

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Às 19 horas e 30 minutos do dia 16 do mês de junho do ano de dois mil e vinte e um, realizou-se a defesa de Trabalho de Conclusão de Curso do estudante Guilherme Borges da Silva, cujo título é "Bagaço de cana de açúcar como fonte alimentar alternativa de ruminantes" A banca examinadora considerou o trabalho APROVADO com média 8,15, estando o estudante APTO para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário do Programa de Pós-graduação em Produção e Utilização de Alimentos para Animais de Interesse Zootécnico, o(a) estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.

(Assinado Eletronicamente)

Prof. Dr. Marcelo Marcondes de Godoy

(Assinado Eletronicamente)

Profa. Dra. Mônica Maria de Almeida Brainer

(Assinado Eletronicamente)

Prof. Dr. Thony Assis Carvalho

Documento assinado eletronicamente por:

- **Thony Assis Carvalho**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 17/06/2021 07:50:51.
- **Monica Maria de Almeida Brainer**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 16/06/2021 22:13:31.
- **Marcelo Marcondes de Godoy**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 16/06/2021 22:11:41.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 16/06/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 281169

Código de Autenticação: d70c2b5b00



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Ceres
Rodovia GO-154, Km.03, Zona Rural, None, CERES / GO, CEP 76300-000
(62) 3307-7100

Dedico este trabalho a todos que contribuíram para sua realização, principalmente para os professores que me influenciaram na minha trajetória e ao meu orientador pela motivação e auxílio.

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,
mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre
aquilo que todo mundo vê.”*

Arthur Schopenhauer

RESUMO

A cana-de-açúcar é uma das culturas mais difundidas no Brasil, com elevada tecnologia de produção, processamento e, conseqüente geração de grande quantidade de produtos e subprodutos provenientes das usinas processadoras dessa cultura. O bagaço de cana-de-açúcar é um dos principais resíduos agroindustriais gerados em nosso país, expressando cerca de 30% da matéria-prima processada. Esse subproduto, apesar do baixo valor nutricional pode ser utilizado como fonte de fibras, pode substituir de forma parcial ou total alguns alimentos da dieta de animais ruminantes, colaborando para a saúde ruminal dos animais, principalmente em regime de confinamento. Várias tecnologias tem sido aplicadas através de tratamentos químicos, físicos ou microbiológicos do bagaço de cana com o intuito de melhorar a digestibilidade ruminal e desempenho animal. Assim, o objetivo deste trabalho foi enfatizar o desempenho produtivo de ruminantes alimentados com bagaço de cana-de-açúcar, bem como, suas diferentes formas de processamento e uso na alimentação animal.

Palavras-chave: Bagaço. Cana-de-açúcar. Digestibilidade. Fibra. Subproduto.

ABSTRACT

Sugarcane is one of the most widespread crops in Brazil, with high production, processing technology and, consequently, the generation of a large quantity of products and by-products from the processing plants of this culture. Sugarcane bagasse is one of the main agro-industrial residues generated in our country, expressing about 30% of the raw material processed. This by-product, despite its low nutritional value, can be used as a source of fiber, it can partially or totally replace some foods in the diet of ruminant animals, contributing to the ruminal health of the animals, mainly in confinement. Various technologies have been applied through chemical, physical or microbiological treatments of sugarcane bagasse in order to improve ruminal digestibility and animal performance. Thus, the objective of this work was to emphasize the productive performance of ruminants fed with sugarcane bagasse, as well as their different forms of processing and use in animal feed.

Keywords: Bagasse. By-product. Digestibility. Fiber. Sugar cane.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1.	Composição centesimal do bagaço de cana-de-açúcar	10
2.2.	Importância da Fibra na Alimentação de Ruminantes	11
2.3.	Uso do bagaço de cana-de-açúcar <i>in natura</i> na alimentação de ruminantes	13
2.3.1.	Bovinos de corte	14
2.3.2.	Bovinos leiteiros	15
2.3.3.	Ovinos e caprinos	16
2.4.	Processamento do bagaço de cana-de-açúcar	17
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
4	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comparação da composição centesimal do bagaço de cana-de-açúcar <i>in natura</i> por diversos autores com base na matéria seca	10
---	----

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma gramínea originária da Ásia, trazida para o Brasil por volta de 1532 e sempre apresentou elevada importância na economia de países tropicais. No Brasil principalmente após a década de 70 com o Programa Nacional do Alcool (Proálcool), houve grande impulso com o desenvolvimento de novas tecnologias e materiais genéticos com melhor potencial de produção. Além disso, o período de colheita da cana-de-açúcar coincide com o período de escassez de forragem no Brasil, seu uso, assim como de seus subprodutos, tem sido cada vez mais explorado na alimentação de ruminantes (CONAB, 2018).

A cana-de-açúcar é considerada uma das matérias-primas mais importantes da atualidade, podendo ser usada na produção de açúcar, álcool, energia elétrica e plástico biodegradável, além do fato de seus subprodutos serem totalmente reutilizáveis (COSTA & BOCCHI, 2012). De acordo com a UNICA (2019) são 370 unidades produtoras em atividade no país, que é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, com área plantada que supera os 9 milhões de hectares e 640 milhões de toneladas processadas por safra.

O estado de Goiás se consolidou nos últimos anos, após uma fase estável de expansão das áreas de cultivo, como o segundo maior estado produtor de cana-de-açúcar do Brasil. No período de 10 anos a área plantada passou de 140 mil hectares em 54 municípios para mais de 900 mil hectares em 99 municípios (SILVA, 2018).

O bagaço da cana-de-açúcar é o resíduo agroindustrial produzido em maior quantidade no Brasil, representando aproximadamente 280 kg por tonelada de cana processada (SILVA et al., 2007). Uma das formas de gerenciar este resíduo é a utilização dele como forma alternativa de volumoso suplementar para a época de estiagem, sendo uma opção para minimizar custos de produção na criação de ruminantes.

O uso da cana-de-açúcar como fonte de volumoso para suplementar os animais acontece desde o início do século passado, entretanto, o seu bagaço é um produto de baixo valor nutricional, participando na dieta dos animais como exclusiva fonte de fibras (PRUDENTE, 2009). Desta forma, com o passar dos anos, foram desenvolvidos tratamentos físicos e químicos para promover o aumento da qualidade nutricional, da digestibilidade e do consumo deste material pelos ruminantes. Assim, o objetivo deste

trabalho foi enfatizar o desempenho produtivo de ruminantes alimentados com bagaço de cana-de-açúcar, bem como, suas diferentes formas de processamento e uso na alimentação animal.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Composição centesimal do bagaço de cana-de-açúcar

O bagaço de cana é o subproduto fibroso resultante da moagem da cana para produção de açúcar ou álcool e que pode ser utilizado para produção de energia através da queima em caldeiras, virar etanol celulósico, incorporação do solo para aumento de fertilidade ou também como parte integrante de uma dieta animal. Mesmo após a extração da sacarose e dos outros componentes (extração essa, que se torna mais eficiente de acordo com a tecnologia usada pela usina de moagem) o bagaço ainda contém muita matéria orgânica rica em polissacarídeos como a celulose e a hemicelulose, além da lignina. Esses três compostos compreendem mais de 75% da biomassa vegetal sendo o restante açúcares, proteínas e minerais (SOARES, 2012).

A retirada dos açúcares da cana é realizada por moendas ou difusores, sendo a primeira mais comum. Utilizando moendas, a extração ocorre por pressão de rolos, que separam a porção caldo da cana de açúcar, resultando no bagaço. De acordo com Ribeiro et al. (1999), a utilização de moendas proporciona uma retirada de 90 a 93% do total de açúcares, enquanto os difusores, que realizam lavagens repetitivas, extraem cerca de 96 a 98% de açúcares, principalmente a sacarose.

O bagaço da cana-de-açúcar é armazenado sem nenhum tipo de proteção no pátio das usinas, o que causa alterações físico-químicas devido a fermentação dos açúcares restantes pela ação microbiana. Essa deterioração é causada principalmente por fungos pertencentes a classe dos Basidiomicetos, que possuem um grande conjunto enzimático capaz de degradar facilmente compostos lignocelulíticos. Esses fungos se dividem nos que atacam a hemicelulose e a celulose causando a podridão parda e nos que além de atacar os polissacarídeos da parede celular também destroem a lignina, causando a podridão branca (SANTOS et al. 2011).

Como a produção do bagaço é restrita ao período de safra da cana-de-açúcar é fundamental que sejam definidas estratégias de conservação deste material para garantir a oferta de um produto de melhor qualidade por períodos mais prolongados.

Além disso, a baixa estabilidade do bagaço de cana-de-açúcar torna o processamento uma exigência para sua conservação. A fenação e a ensilagem são estratégias eficazes e populares para a conservação de alimentos que serão utilizados em períodos de seca pois a fenação aumenta o teor de matéria seca do bagaço devido a desidratação e a ensilagem reduz o crescimento de microrganismos anaeróbicos indesejáveis devido a redução do pH pela fermentação (PEREIRA, 2006).

Segundo Balat (2011) o bagaço é um material lignocelulósico, ou seja, composto basicamente de celulose, hemicelulose e lignina. Como podemos observar na tabela abaixo, este subproduto possui digestibilidade reduzida, não representando potencial nutritivo para ser utilizado como alimentação principal.

Tabela 1 – Comparação da composição centesimal do bagaço de cana-de-açúcar *in natura* por diversos autores com base na matéria seca.

Literatura	Composição centesimal (% da matéria seca)						
	MS	PB	FD	FDA	LDA	DIVMS	NDT
Carvalho et al. (2006)	40,1	2,3	59,0	38,3	7,3	32,9	-
Valadares Filho et al.	48,2	1,8	89,1	61,2	13,4	33,0	43,5
Pires et al. (2004)	50,0	1,8	94,3	62,7	16,5	31,8	-
Manzano et al. (2000)	42,0	0,8	88,3	54,4	12,6	32,4	-

Adaptado de: Missio (2016); MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; LDA = lignina; DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca; NDT = nutrientes digestíveis totais.

2.2. Importância da Fibra na Alimentação de Ruminantes

A fibra não é uma substância química específica e sim uma denominação aplicada aos diversos materiais compostos de hidrogênio e carbono (carboidratos), principalmente celulose, hemicelulose e lignina, componentes estruturais que formam a parede celular das plantas, sendo a fração com menor digestibilidade destes alimentos. Entretanto estes carboidratos são usados pelos microrganismos presentes no rúmen como fonte de energia, contribuindo também para estimular a mastigação, salivação e ruminação dos animais (BIANCHINI et al, 2007).

A fibra em detergente neutro (FDN) deve ser verificada no balanceamento de dietas de ruminantes, uma vez que representa uma forma de medir a quantidade total

de fibra presente no alimento, o que pode interferir diretamente na sua qualidade. Segundo Macedo Júnior et al (2007), os níveis de inclusão de fibra nas dietas oscilam muito, principalmente pelas diferentes exigências energéticas dos animais, em função de aptidão produtiva ou idade. Os autores ressaltam, entretanto, que o excesso de fibra reduz a capacidade do animal de consumir o alimento, afeta a digestibilidade, a síntese de proteína microbiana e a geração de energia metabolizável. Por outro lado, Kozloski et al. (2006) observaram que o aumento do teor de fibra em detergente neutro (FDN) diminui o consumo de alimento e a oferta total de nutrientes ao animal, principalmente pelo fato dos carboidratos constituintes da fibra terem baixa taxa de degradação e lenta taxa de passagem pelo sistema digestivo, o que acaba limitando e expressão do potencial genético do animal para produção.

Quando a quantidade de fibras de uma dieta é insuficiente podem ocorrer alterações na fermentação do rúmen e acidose grave que pode resultar na morte dos animais, uma vez que o aproveitamento de alimentos fibrosos pelos ruminantes está relacionado a síntese e secreção de enzimas pelos microrganismos do rúmen, que utilizam a fibra como fonte de energia, hidrolisando a celulose (GONÇALVES et al., 2009). Desta forma, Alves et al. (2016) justificaram que a fibra é um componente essencial na dieta de ruminantes e mesmo que seja fornecida em pequenas quantidades proporciona melhores condições no ambiente ruminal, o que garante a concentração adequada dos microrganismos ruminais. Além disso, a elaboração de dietas de forma a fornecer a quantidade adequada de energia para atender a altas produções acaba resultando em uma alimentação com altos níveis de grãos em relação aos constituintes fibrosos e acabam deixando a função ruminal instável.

Além das características físico-químicas da fibra, a sua interação com outros nutrientes também pode comprometer sua digestibilidade. De acordo com Branco et al. (2010), em dietas com baixa disponibilidade de proteína, a falta de nitrogênio pode reduzir ainda mais a digestibilidade da fibra, o que também reduz o consumo devido a lenta passagem dos alimentos pelo rúmen. Os autores sugerem também que uma dieta com teor médio de 35% de fibra em detergente neutro (FDN) é capaz de estimular um melhor consumo de matéria seca, contribuindo para maior produtividade.

Segundo Missio (2016) o uso do bagaço de cana-de-açúcar *in natura* se torna inviável em altas proporções da dieta, principalmente devido ao seu baixo teor de proteínas e minerais. Entretanto, este subproduto *in natura* pode ser usado como fonte

de fibra para dietas com elevada proporção de concentrado, compondo de 10 a 30% da matéria seca sem trazer prejuízos para o desempenho animal.

2.3. Uso do bagaço de cana-de-açúcar *in natura* na alimentação de ruminantes

O teor de concentrado (alimento com menos de 20% de fibra em sua composição) usado em dietas de confinamento vem crescendo no Brasil durante os últimos anos, podendo chegar a valores próximos de 80%, isso porque trazem maior rendimento operacional em sistemas intensivos, além de geralmente proporcionarem uma melhor eficiência alimentar nos animais. O restante da dieta é composta de volumoso (alimento com mais de 18% de fibra na sua composição) e as principais fontes de volumoso nas dietas nacionais são as silagens de milho, sorgo ou capim e a cana-de-açúcar ou seu bagaço *in natura*, que por sua vez ocupa a segunda posição no ranking dos mais usados, perdendo somente para a silagem de milho (PINTO & MILLEN, 2016).

A ingestão de matéria seca é um fator fundamental na nutrição animal, por estabelecer a quantidade de nutrientes necessários para atendimento dos requerimentos de manutenção e produção dos ruminantes. O conhecimento da composição química dos alimentos e da sua digestibilidade é essencial para a formulação de dietas balanceadas que possibilitem maximizar a eficiência alimentar. A cana-de-açúcar e seu bagaço, apresentam elevado teor de lignina e conseqüentemente lenta degradação ruminal. A sua fração fibrosa dilui a energia da dieta e reduz o consumo voluntário por causa do efeito de repleção ruminal (tempo que o alimento fica retido no rúmen), saturando o sistema digestivo do animal. Portanto, quando utilizado na alimentação de ruminantes deve ser fornecido em conjunto com outros ingredientes de alto teor proteico e energético (ROMÃO et al., 2014; SOARES et al. 2015; MISSIO, 2016).

De acordo com Santos et al. (2008) o bagaço da cana-de-açúcar vem sendo cada vez mais utilizado como fonte alimentar para ruminantes, principalmente pela grande quantidade produzida, que se torna cada vez mais interessante em períodos de escassez de forragem. Essa alimentação alternativa, mesmo apresentando baixo valor nutricional, pode ser utilizada em sistemas que possuem um maior controle do manejo alimentar, visando a sustentabilidade dos sistemas de produção animal e fortalecendo o sinergismo entre a agricultura e a pecuária.

2.3.1. Bovinos de corte

Rodrigues (2018) avaliou o desempenho de novilhos Nelore e F1 (Nelore x Angus) em sistema de intensivo, alimentados com dietas de grão inteiro com e sem inclusão de bagaço de cana-de-açúcar. As dietas continham 80% de grão de milho inteiro e 20% de *pellet* proteico-mineral (GMI) ou 74% de grão de milho inteiro, 20% de *pellet* e 6% de bagaço de cana-de-açúcar (GMIB). Os animais alimentados com a dieta contendo o bagaço de cana-de-açúcar apresentaram maior peso final e ganho de peso diário médio. Dietas com alta quantidade concentrado são muito desafiadoras para a saúde ruminal. Isso mostra que possivelmente a inclusão do bagaço de cana pode ter contribuído para melhoria do ambiente ruminal estimulando maior ruminação, salivação e produção maior de tamponantes e melhor estabilidade do pH ruminal.

Também com o objetivo de avaliar a inclusão de bagaço de cana-de-açúcar *in natura* em dietas de terminação para bovinos de corte, Martins (2013) definiram cinco dietas com a inclusão de 0; 3; 6 e 9% do bagaço de cana-de-açúcar associado a milho inteiro e 6% do bagaço associado a milho floculado com base na matéria seca das dietas. O autor observou que a inclusão do bagaço de cana-de-açúcar teve efeito linear positivo no pH ruminal e no consumo de FDN. Os maiores níveis de inclusão do bagaço na dieta refletiram em maiores tempos nas atividades de ingestão e mastigação, ou seja, o tempo de alimentação aumentou com a inclusão desse subproduto. Não foram observados resultados significativos para o processamento do milho sobre o desempenho produtivo dos animais.

Leme et al. (2003) indicam a viabilidade no uso de 15 a 21% na dieta, com base na matéria seca, de bagaço de cana-de-açúcar *in natura* como único volumoso em dietas com elevada proporção de concentrado para animais em confinamento, sem comprometer o desempenho dos animais. Os autores concluíram, após 98 dias de experimento, que a utilização deste subproduto pode ser uma alternativa interessante já que as taxas de ganho de peso se mantiveram estáveis e os animais foram abatidos com até 8 mm de gordura subcutânea.

Levando em consideração que o uso de dietas de alto grão para confinamento de bovinos vem se tornando cada vez mais comum atualmente e sabendo da importância da inclusão de fibra para a saúde dos animais, Neumann et al. (2016) avaliaram o desempenho produtivo e econômico de tourinhos confinados e alimentados com pellets de bagaço de cana-de-açúcar em dietas sem alimentos com

altos teores de fibra. Foi avaliada a inclusão de 7 e 14% de pellets em uma mistura composta por milho grão inteiro (80%) mais núcleo proteico (20%), além do tratamento com a mesma dieta, no entanto, sem os pellets. Os autores observaram aumento de consumo de matéria seca e conseqüentemente maior ganho de peso vivo pelos animais alimentados com o bagaço peletizado, além do fato de que a inclusão do bagaço não alterou o tempo de ruminação, que se manteve em 1,9 horas por dia. Porém, foi constatada menor digestibilidade da matéria seca na dieta com 14% de pellets. Economicamente o uso dos pellets não foi viável apesar de promover melhorias no desempenho produtivo, como por exemplo no acabamento e deposição de gordura da carcaça. É importante ressaltar que foi fornecida suplementação com ureia para garantir dietas isonitrogenadas e que os animais passaram por um processo de adaptação de 16 dias, em que a dieta foi implementada de maneira progressiva até ser fornecida livremente aos animais.

2.3.2. Bovinos leiteiros

Ao usar o bagaço de cana-de-açúcar *in natura* como volumoso exclusivo para vacas Girolando em lactação Freitas (2017) concluiu que o consumo e a digestibilidade da matéria seca diminuíram linearmente com o aumento do mesmo na dieta. Foram oferecidas quatro dietas contendo teores de 30, 38, 46 e 54 (%MS) de bagaço de cana-de-açúcar e uma dieta controle formulada para atender uma produção média de 20 kg de leite com 3,5% de gordura. O autor também observou que o tempo de ruminação foi maior nas vacas alimentadas com maior inclusão do bagaço de cana-de-açúcar e que não houve efeito da inclusão deste alimento alternativo na eficiência da síntese de proteína microbiana. As vacas que foram alimentadas com a dieta contendo 30% de bagaço de cana-de-açúcar apresentaram maior produção de leite em comparação com as alimentadas com a dieta controle, porém essa produção caiu gradativamente conforme o nível de inclusão do bagaço aumentou. O custo diário por vaca e o custo por kg de leite produzido também diminuíram de acordo com a inclusão do bagaço de cana-de-açúcar, comprovando que seu uso como alimentação alternativa é viável desde que haja elevada disponibilidade desse resíduo.

Inácio (2016) também utilizou o bagaço de cana-de-açúcar *in natura* como volumoso exclusivo para novilhas Girolando, objetivando estabelecer a proporção

concentrado/volumoso adequada para a fase de recria. Foram utilizados diferentes níveis de concentrado (40,50,60 e 70% com base na matéria seca) combinados com o bagaço de cana *in natura* durante 114 dias de confinamento onde os 30 primeiros dias foram de adaptação. O autor observou que houve redução na digestibilidade para os níveis de concentrado maiores que 50%, possivelmente devido ao alto teor de carboidratos facilmente fermentáveis no rúmen, que apresentam rápida taxa de degradação e reduzem o pH ruminal, causando efeito prejudicial em sua microbiota. Os animais alimentados com a proporção 50:50 volumoso/concentrado (% MS) apresentaram ganho médio diário de 0,7 kg/dia, resultado que pode trazer precocidade no primeiro parto.

Segundo Almeida (2018) o bagaço de cana-de-açúcar *in natura* é uma alternativa viável, sendo recomendada sua inclusão de no máximo 50% da matéria seca. Seu uso associado a alimentos concentrados garante a produção de até 12 kg/dia por vacas leiteiras mestiças. Níveis maiores de inclusão deste volumoso causam redução no consumo de matéria seca e de nutrientes digestíveis totais mas podem ser utilizados para animais com menores índices produtivos.

2.3.3. Ovinos e caprinos

Caetano (2014) avaliou a substituição parcial da silagem de milho por bagaço de cana de açúcar *in natura* na dieta de borregos confinados, em que a silagem foi substituída pelo bagaço em 0; 17,5; 35,0; 52,5 e 70,0 %, correspondendo a 0; 7,0; 14,0; 21,0 e 28,0% da dieta total. As dietas foram formuladas para ganho de peso de 250 g/dia com proporção de 40% de volumoso e 60% de concentrado. O autor observou que o aumento do bagaço na dieta não influenciou no consumo de matéria seca e proteína bruta, porém o consumo de carboidratos totais e fibra em detergente neutro (FDN) aumentaram de forma linear. A inclusão desta fonte de fibras na dieta também aumentou linearmente a digestibilidade. Esse comportamento pode ser justificado pela alta capacidade de seleção alimentar dos ovinos combinada a alta oferta de alimentos pois se permitiu sobras no cocho. Apesar do incremento na digestibilidade e ausência de efeito sobre o consumo de matéria seca, a inclusão do bagaço de cana-de-açúcar provocou decréscimo linear no ganho médio de peso, entretanto, a média de ganho de peso diário (0,211 kg/dia) foi satisfatória. De maneira geral os melhores resultados foram alcançados com a substituição de 17,5% da

silagem de milho pelo bagaço de cana-de-açúcar *in natura*, que corresponde a uma inclusão de 7,0% na dieta total.

Lima (2019) avaliou o desempenho de caprinos confinados de origem leiteira com e sem castração, alimentados com palma forrageira picada em máquina estacionária associada ao bagaço de cana-de-açúcar *in natura* (BCA) ou palma forrageira associada ao feno de capim elefante (FCE). As dietas experimentais foram formuladas para atender a um ganho de peso diário de 120 g com fração concentrada composta principalmente por milho grão moído e farelo de soja. Neste estudo não foi observado interferência no consumo dos nutrientes para as diferentes fontes de fibra e condições sexuais. Em relação a digestibilidade, os animais alimentados com a dieta contendo bagaço de cana-de-açúcar apresentaram maiores resultados para a digestibilidade da matéria seca, da proteína bruta e dos carboidratos não-fibrosos. Somente a digestibilidade da fibra em detergente neutro não diferiu. As variáveis analisadas não diferiram para peso final, ganho de peso diário, ganho de peso total e conversão alimentar, confirmando que o bagaço de cana-de-açúcar pode ser utilizado como fonte de volumoso na alimentação de pequenos ruminantes.

Segundo Silva et al. (2015) o uso do bagaço de cana-de-açúcar *in natura* é uma opção para a produção estacional de forragem em nosso país. Além disso, a oferta deste alimento volumoso aos animais possibilita o uso de maiores proporções de concentrado na dieta de caprinos e ovinos, aumentando o consumo de nutrientes e energia sem causar prejuízos para a saúde ruminal dos animais.

2.4. Processamento do bagaço de cana-de-açúcar

Como resposta a baixa digestibilidade deste subproduto, pesquisadores vem desenvolvendo maneiras químicas e físicas de processar o bagaço para garantir uma melhoria nutricional. Estes tratamentos tem como objetivo reduzir os efeitos prejudiciais da lignina por meio da ruptura das suas ligações químicas com a celulose e hemicelulose, o que maximiza a ação microbiana que acontece no rúmen dos animais por oferecer aos microrganismos maior área de exposição aos seus componentes (RABELO et al.,2008). Isso porque a parede celular da planta é uma estrutura composta principalmente de lignina, celulose e hemicelulose (substâncias insolúveis), ceras, pectinas e proteínas (substâncias solúveis). Essa estrutura celular representa a fração resistente ao ataque de enzimas secretadas pelo trato gastrointestinal dos mamíferos em geral. Para os ruminantes, a digestão é possível

graças a ação de enzimas produzidas pelos microrganismos presentes, principalmente, no ambiente ruminal, que mesmo realizando considerável fermentação raramente conseguem digerir completamente (SILVA et al., 2016).

Segundo Ferrari (2013) a terminologia hidrólise se refere a fragmentação da estrutura fibrosa das plantas através da solubilização dos seus componentes, o que na maioria das vezes promove o aumento da digestibilidade do alimento, melhora o consumo e o desempenho animal.

A hidrólise pode ser realizada por processos físicos ou químicos. De acordo com Missio (2016) a hidrólise por pressão e vapor, processo físico-químico também conhecido por auto-hidrólise, consiste em submeter o bagaço da cana a um tratamento com alta pressão de vapor por um período de tempo pré-determinado antes de ser fornecido aos animais. Este processo solubiliza a hemicelulose e degrada a lignina ao mesmo tempo em que promove a dilatação da fibra presente na parede celular, o que a torna permeável e susceptível aos microrganismos ruminais. Além da ação na porção fibrosa do bagaço de cana-de-açúcar a auto-hidrólise também favorece a hidrólise ácida que converte parte da celulose em açúcares.

A hidrólise química pode ser realizada com agentes alcalinos. Segundo Pires et al. (2006) os produtos alcalinos, sendo o hidróxido de sódio, hidróxido de cálcio e o óxido de cálcio os mais comuns, agem sobre a parte fibrosa dos alimentos volumosos promovendo a ruptura das pontes de hidrogênio, o que torna a celulose mais sensível a ação das enzimas celulolíticas. Além de também solubilizarem a hemicelulose, aumentando a disponibilidade de açúcares, também permite a expansão das fibras, o que facilita a ação dos microrganismos ruminais, assim como a hidrólise física. Entretanto Neiva et al. (1998) advertiam que o teor de lignina geralmente não é alterado pelo método químico e que o hidróxido de sódio apresenta maior potencial hidrolizante por ser uma base forte.

Desta forma Gomes et al. (2015) avaliaram a biodegradação do bagaço de cana *in natura* e hidrolisado com hidróxido de sódio e verificaram que a digestibilidade *in vitro* aumentou mais de 70% com o uso do tratamento alcalino. Além disto, os valores de FDN, FDA e hemicelulose foram reduzidos drasticamente. Ahmadi et al. (2015) observaram redução de 28% no teor de proteína do bagaço hidrolisado com o uso de hidróxido de sódio em associação ao óxido de cálcio, pelo fato desta ser uma mistura de bases muito forte.

Ao estudarem a composição química e digestibilidade *in vitro* do bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado com óxido de cálcio, Carvalho et al. (2009) utilizaram doses de 1,25; 2,50 e 3,75% do reagente, com períodos de tratamento de 12 e 36 horas. Os autores atestaram que o teor de proteína bruta do bagaço não foi afetado pelas doses de óxido de cálcio nem pelo período de tratamento. A adição do reagente também não interferiu sobre o teor de matéria seca do bagaço de cana-de-açúcar, porém o período de tratamento aumentou o teor de matéria seca, não pela ação do óxido de sódio, mas sim pela desidratação constante de exposição ao ar. Os teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose e lignina diminuíram linearmente com a adição do óxido de cálcio e a digestibilidade aumentou em 1,2% a cada unidade de dose do reagente adicionada ao bagaço de cana-de-açúcar.

Além da hidrólise, Rosa e Fadel (2001) apontam a amonização como alternativa de fácil aplicação para provocar decréscimo no conteúdo de fibra e favorecer a solubilização da hemicelulose, aumentando a digestibilidade e o consumo de alimento por parte dos animais. Segundo Cruz e Silva (2016) podem ocorrer três reações após a adição de ureia ou amônia em volumosos. A primeira reação é a amoniólise, da qual é produzida uma amida após a reação entre o composto nitrogenado e um éster encontrado entre ligações da hemicelulose e da lignina com outros carboidratos estruturais. A segunda reação é a formação do hidróxido de amônio pela alta afinidade dos compostos nitrogenados com a água presente nas forragens. A terceira reação ocorre em sequência onde o hidróxido de amônio proporciona a hidrólise alcalina com as ligações ésteres entre os carboidratos estruturais da forragem, causando então a ruptura destes componentes e a expansão da parede celular.

Oliveira et al. (2011) avaliaram a composição química do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com diferentes doses de ureia, acrescentando soja grão. Os autores utilizaram quatro doses de ureia (2; 4; 6 e 8% da matéria seca) e três doses de soja grão moída (0, 2 e 4% da matéria seca) e armazenaram o bagaço por 52 dias. Como resultado, após o tempo de reação, observaram que a amonização reduziu os teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose e lignina, além de aumentar os valores de proteína bruta, corroborando com o estudo realizado por Carvalho et al. (2006), utilizando doses de 0; 2,5; 5,0 e

7,5% de ureia no tratamento de bagaço de cana-de-açúcar, verificando aumento linear do teor de proteína bruta, com valores de 3,9; 6,9; 9,9 e 13,0%.

Com o objetivo de avaliar a composição físico-química do bagaço de cana-de-açúcar *in natura* e hidrolisado com cal (óxido de cálcio) em período de conservação com mini silos, GERON et al. (2010) concluíram que o processamento e conservação do bagaço não alteram os teores de matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e matéria mineral, mesmo que a cal eleve o pH nos primeiros 21 dias de fermentação, o que reduz a atividade microbiana. Os autores também observaram que esse alimento alternativo pode ser conservado, sem problemas, na sua forma *in natura*.

Segundo Oliveira (2011), para aumentar a eficiência alimentar de ruminantes, principalmente dos que são alimentados com dietas alternativas, estão sendo utilizados produtos biotecnológicos como é o caso de enzimas fibrolíticas exógenas compostas de celulasas e hemicelulasas que podem ser usadas de forma exclusiva ou combinadas com algum pré tratamento para trazer melhoria na utilização de resíduos agroindustriais já que na presença destas enzimas, tanto a celulose quanto a hemicelulose podem ser convertidas em açúcares solúveis. As preparações enzimáticas mais comuns estão relacionadas a extratos microbianos que usam bactérias (*Bacillus sp.*) ou fungos (*Trichoderma sp.* ou *Aspergillus sp.*). Estas enzimas podem ser aplicadas diretamente na forragem, no concentrado ou na mistura de dieta total minutos antes de seu fornecimento ao animal para reduzir a probabilidade de uma interação negativa durante o processo de conservação do alimento. A preparação enzimática deve ser diluída em água e aplicada na ração ou silagem, sendo que este procedimento um pré-requisito da hidrólise de polímeros complexos.

A hidrólise enzimática possui baixa taxa de rendimento devido a estrutura da celulose ser cristalina, o que dificulta o acesso do substrato aos sítios ativos, além disso a celulase naturalmente se adsorve as ligninas, reduzindo a superfície efetiva e impedindo expansão das fibras. O rendimento de carboidratos solúveis é menor que 20% mas pode alcançar até 90% se uma etapa de pré tratamento for adicionada, seja ela física ou química. As operações físicas são baseadas na redução do tamanho das partículas por moagem, o que aumenta a área de contato da celulose e quebra sua estrutura cristalina. As práticas químicas podem ser feitas com ácidos ou bases que irão provocar modificações estruturais e químicas na parede celular que irão garantir

uma melhor acessibilidade das enzimas. Nos pré tratamentos catalisados por ácidos a camada de hemicelulose é hidrolisada, nos pré tratamentos catalisados por bases, parte da lignina é removida e a hemicelulose vai ser hidrolisada pelas enzimas (OGEDA & PETRI, 2010).

Com o objetivo de avaliar o efeito da combinação de enzimas fibrolíticas exógenas e ureia na hidrólise do bagaço de cana-de-açúcar, Oliveira (2011) utilizou enzimas extraídas dos fungos *Aspergillus aculeatus* e *Humicola insolens*, sendo três doses de enzimas (0; 0,5 e 1% com base na MS) e duas doses de ureia (0 e 7% com base na MS) com três repetições. O bagaço de cana-de-açúcar utilizado foi proveniente da produção de cachaça, sendo tal extração menos agressiva que para produção de álcool. O bagaço passou por processo de pré tratamento físico sendo picado em máquina forrageira estacionária antes de ser adicionado das enzimas e ureia. O bagaço da cana-de-açúcar já tratado foi armazenado durante 35 dias e após esse tempo de amonização foram coletadas amostras em 7,14,21 e 28 dias. A adição de ureia ao bagaço de cana-de-açúcar promoveu aumento dos teores de proteína bruta, fibra, hemicelulose e celulose, porém causou redução da digestibilidade. Em contrapartida a adição de enzimas independente da dose proporcionou aumento na digestibilidade do bagaço com a ureia. A adição de 7% de ureia foi eficiente na conservação do bagaço de cana-de-açúcar, reduzindo a quantidade de colônias de bolores e leveduras no período de armazenamento de quatro semanas.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há grande disponibilidade de bagaço de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes no Brasil e o baixo valor nutricional deste alimento alternativo pode ser corrigido por métodos de processamento físicos, químicos ou biotecnológicos para que o desempenho produtivo dos animais ruminantes não seja afetado. O bagaço de cana-de-açúcar pode ser usado principalmente como fonte de fibra em dietas de ruminantes com elevadas quantias de concentrado ou grãos energéticos com o objetivo de promover melhor saúde ruminal, desde que não interfira no desempenho.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMADI, F. et al. Pre-treatment of sugarcane bagasse with a combination of sodium hydroxide and lime for improving the ruminal degradability: optimization of process parameters using response surface methodology. **Journal of Applied Animal Research**, v. 44, n. 1, p. 287–296, 2015.

ALMEIDA, G. A. P. **Fontes alternativas de alimentos para vacas em lactação.** Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2018.

ALVES, A. R. et al. Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional. **Revista Pubvet**, v.10, n.7, p.568-579, 2016.

BALAT, M. Production of bioethanol from lignocellulosic materials via the biochemical pathway: a review. **Energy Conversion and Management**, v. 52, n. 2, p. 858-875 2011.

BIANCHINI, W. et al. Importância da fibra na nutrição de bovinos. **Revista Electronica de Veterinaria**, v. 8, n. 2, 2007. Disponível em: <<http://www.researchgate.net/publication/26454144>>. Acesso em: 02 de março de 2020.

BRANCO, R. H. et al. Efeito dos níveis de fibra em detergente neutro oriunda da forragem sobre a eficiência microbiana e os parâmetros digestivos em cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.372-381, 2010.

CAETANO, G. G. G. P. **Bagaço de cana de açúcar in natura em substituição parcial á silagem de milho na dieta de ovinos.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, 2014.

CARVALHO, G. G. P. et al. Composição química e digestibilidade da matéria seca do bagaço de cana-de-açúcar tratado com óxido de cálcio. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.6, p.1346-1352, 2009.

CARVALHO, G. G. P. et al. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de ureia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n. 1, p.125-132, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**, Brasília, v.1, p. 27, 2018.

COSTA, W. L. S.; BOCCHI, M. L. M. **Aplicações do Bagaço da Cana-De-Açúcar Utilizadas Atualmente.** Tecnologia em Biocombustíveis, FATEC, Jaboticabal-SP, 2012. Disponível em: <http://www.fatecjab.edu.br/revista/2012_v04_n01/artigo02.pdf> Acesso em: 12 de março de 2020.

CRUZ, B.C.C.; SILVA, D. A. Tratamento químico e biológico em volumosos para ruminantes. **Revista Pubvet**, v.10, n.3, p.224-234, 2016.

FERRARI, V. B. **Cana-de-açúcar hidrolisada com duas formas de aplicação e tamanhos de partículas.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, São

Paulo, 2013. Disponível em: < <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/95241>>. Acesso em: 18 de junho de 2021.

FREITAS, W. R. **Bagaço de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo para vacas em lactação**. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2017. Disponível em: < <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/handle/tede2/6957>>. Acesso em: 20 de abril de 2020.

GERON, L. J. V. et al. Composição química, valor de pH e temperatura do bagaço de cana-de-açúcar *in natura* e hidrolisado com CAL (CaO) conservados em mini silos. **Revista de Ciências Agroambientais**, v.8, n.1, p.57 - 68, 2010.

GOMES, G. M. F. et al. Biodegradação do bagaço de cana-de-açúcar por microrganismos ruminais de caprinos e ovinos. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, p. 204 - 214, 2015.

GONÇALVES, E.N. et al. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p.1655–1662, 2009.

INÁCIO, J. G. **Bagaço de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo para novilhas leiteiras**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2016. Disponível em:< <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/handle/tede2/6977>>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

KOZLOSKI, G. et al. Níveis de fibra em detergente neutro na dieta de cordeiros: consumo, digestibilidade e fermentação ruminal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n. 5, p.893-900, 2006.

LEME, P. R. et al. Utilização do Bagaço de Cana-de-Açúcar em Dietas com Elevada Proporção de Concentrados para Novilhos Nelore em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p.1786-1791, 2003.

LIMA, V. H. C. **Bagaço de cana de açúcar e feno de capim-elefante em dietas para caprinos castrados e não castrados terminados em confinamento**. Dissertação (Mestrado em Produção Animal), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, Rio Grande do Norte, 2019. Disponível em: < https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/27169/1/Baga%C3%A7ocana-de-a%C3%A7%C3%BAcar_Lima_2019.pdf>. Acesso em: 05 de março de 2020.

MACEDO JÚNIOR, G. L. et al. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Revista Ciência Animal**, v.17, n. 1, p. 7 - 17, 2007.

MARTINS, C. G. **Níveis de Inclusão de bagaço de cana-de-açúcar in natura associados a milho grão inteiro ou floculado em dietas de terminação de**

bovinos Nelore. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 2013. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-13112013-145253/pt-br.php>>. Acesso em: 15 de março de 2021.

MISSIO, R. L. Tratamento do bagaço de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, v. 65, n. 250, p. 267 - 278, 2016.

NEIVA, J. N. M. et al. Consumo e digestibilidade aparente de matéria seca e nutriente em dietas à base de silagens e rolão de milho amonizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 3, p. 466 – 473, 1998.

NEUMANN, M. et al. Inclusão de bagaço de cana-de-açúcar peletizado em dietas desprovidas de fibra longa para tourinhos terminados em confinamento. **SEMINA - Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 5, p. 3305-3316, 2016.

OGEDA, T. L.; PETRI, D. F. S. Hidrólise Enzimática de Biomassa – Biomass Enzymatic Hydrolysis. **Revista Química Nova**, v.33, n. 7, p. 1549 - 1558, 2010.

OLIVEIRA, F. M. **Hidrólise enzimática do bagaço de cana-de-açúcar pré-tratado com ureia.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia, 2011. Disponível em: <<http://www2.uesb.br/ppg/ppz/wp-content/uploads/2017/07/fabio-martins.pdf>>. Acesso em: 28 de dezembro de 2020.

OLIVEIRA, T. S. et al. Composição química do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com diferentes doses de ureia e soja grão. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 231. p. 625-635, 2011.

PEREIRA, R. C. **Ensilagem e fenação do bagaço de cana-de-açúcar proveniente da produção de cachaça.** Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 2006. Disponível em:<<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/3971>>. Acesso em: 22 de junho de 2021.

PINTO, A. C. J.; MILLEN, D. D. **Recomendações nutricionais e práticas de manejo adotadas por nutricionistas de bovinos em confinamento: A pesquisa brasileira de 2016.** Terceira Edição – TECHAGR, 2016. Disponível em:<https://techagr.com/wp-content/uploads/2019/08/Artigo_LAE_27.08_final.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

PIRES, A. J. V. et al. Bagaço de cana-de-açúcar tratado com hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 953 – 957, 2006.

PRUDENTE, D. S. **A Utilização do Bagaço da Cana-de-açúcar na Composição da Dieta no Confinamento Bovino.** Dissertação (Pós-Graduação em Gestão Sucroalcooleira), Centro Universitário de Lins, São Paulo, 2009. Disponível em:

<<http://revista.unilins.edu.br/index.php/cognitio/article/download/2/4>>. Acesso em: 13 de março de 2020.

RABELO, M. M. A. et al. Digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais de bovinos de corte alimentados com rações contendo bagaço de cana-de-açúcar obtido pelo método de extração por difusão ou por moagem convencional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1696 – 1703, 2008.

RIBEIRO, C. A. F.; BLUMER, S. A. G.; HORI, J. **Fundamentos de Tecnologia Sucroalcooleira**. Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura - Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição. Piracicaba, 1999. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4096221/mod_resource/content/1/apostila%20de%20alcohol.pdf>. Acesso em: 13 de março de 2020.

RODRIGUES, A. C. **Desempenho e digestibilidade em novilhos Nelore e Nelore x Angus alimentados com dietas de grãos de milho inteiro e bagaço de cana de açúcar**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 2018. Disponível em:<<http://repositorio.ufla.br/handle/1/29605>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2021.

ROMÃO, C.O. et al. Chemical composition and dry matter digestibility of sugar cane oxide treated with calcium. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 2, p. 529 - 538, 2014.

ROSA, B.; FADEL, R. Uso de amônia anidra e de ureia para melhorar o valor alimentício de forragens conservadas. In: **Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas**, Maringá, p. 41 – 63, 2001. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/Amonia-anidra.pdf>>. Acesso em: 13 de março de 2020.

SANTOS, M. L.; LIMA, O. J.; NASSAR, E. J.; CIUFFI, K. J.; CALEFI, P. S. Estudo das condições de estocagem do bagaço de cana-de-açúcar por análise térmica. **Revista Química Nova**, v. 34, n. 3, p. 507-511, 2011.

SANTOS, P. E. F. et al. Formas de apresentação da cana-de-açúcar na alimentação animal. **Revista Pubvet**, v. 2, n. 41, p. 1 - 24, 2008.

SILVA, A. A. Os caminhos da cana-de-açúcar em Goiás: do Proálcool ao Plano Nacional de Agroenergia. In: **IV Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG (CEPE) – Campus Cora Coralina**, 2018. Disponível em: <<https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/view/9959/7242>>. Acessado em 12 de dezembro de 2020.

SILVA, A. E. M. et al. Bagaço de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo em dietas para ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 1, p. 118-129, 2015.

SILVA, V. L. et al. Efeito do tratamento químico sobre a digestibilidade de volumosos e subprodutos agroindustriais. **Revista Acta Kariri Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, p. 29-37, 2016.

SILVA, V. L. M. M.; GOMES, W. C.; ALSINA, O. L. S. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar como biomassa adsorvente na adsorção de poluentes orgânicos. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.2, n. 1, p.27-32, 2007.

SOARES, L. C. S. R. **Destoxificação biológica do hidrolisado hemicelulósico de bagaço de cana-de-açúcar para utilização em processos fermentativos**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Industrial), Escola de Engenharia de Lorena – Universidade Federal de São Paulo, Lorena, São Paulo, 2012. 112 p. Disponível em: < <https://doi.org/10.11606/D.97.2013.tde-27082013-153809>>. Acesso em: 02 de março de 2020.

SOARES, M. S. et al. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 12, n. 1, p. 3837 – 3855, 2015.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR (UNICA). **Balanco de atividades de 2012/13 a 2018/19**. Disponível em: <<https://unica.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Relatorio-Atividades-201213-a-201819.pdf>>.